Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/ernsthaeckelgeme0000hein

ERNST HAECKEL

GEMEINVERSTÄNDLICHE WERKE

BAND IV

ERNST HAECKEL

GEMEINVERSTÄNDLICHE WERKE

HERAUSGEGEBEN

VON

HEINRICH SCHMIDT-JENA

VIERTER BAND

VERLEGT
BEI ALFRED KRÖNER VERLAG IN LEIPZIG
UND CARL HENSCHEL VERLAG IN BERLIN

ERNST HAECKEL

DIE LEBENSWUNDER

VERLEGT
BEI ALFRED KRÖNER VERLAG IN LEIPZIG
UND CARL HENSCHEL VERLAG IN BERLIN

Alle Rechte für diese Gesamtausgabe, insbesondere die der Übersetzung vorbehalten.

Copyright 1924 by Alfred Kröner Verlag, Leipzig
und Carl Henschel Verlag, Berlin.

INHALT DES VIERTEN BANDES

DIE LEBENSWUNDER

GEMEINVERSTÄNDLICHE STUDIEN ÜBER BIOLOGISCHE PHILOSOPHIE

Seite

Vorwort zur ersten Auflage (1904) 3

Erstes Kapitel

WAHRHEIT

Erkenntnis-Theorie. Erfahrung und Denken. Seelen-Organ . . . 8

Zweites Kapitel

LEBEN

Organismen und Anorgane. Zellen und Kristalle. Lebenskraft und Energie. Vitalismus und Mechanismus 35

Drittes Kapitel

WUNDER

Naturgesetz und Wunderglaube. Vernunft und Aberglaube. Philosophischer Wert der Glaubensbekenntnisse 63

Viertes Kapitel

LEBENSKUNDE

Biologische Naturphilosophie. Monismus und Dualismus. Richtungen und Zweige der Biologie 89

Fünftes Kapitel

TOD

Wesen und Ursachen des Todes. Ewiges Leben. Tod der Protisten und der Histonen. Erlösung vom Übel 110

Sechstes Kapitel

PLASMA

Die lebendige Substanz. Physik, Chemie und Struktur des Plasma. Karyoplasma und Cytoplasma. Plasma-Diffacte und Plasma-Produkte 138

Siebentes Kapitel

LEBENSEINHEITEN

Organische Individuen und Assozionen. Zellen, Personen, Stöcke. Organelle und Organe 166

Achtes Kapitel

LEBENSFORMEN Seite

Realformen und Grundformen. Kristalle und Bionten. Symmetrie-Gesetze. Schönheit der organischen Gestalten 192

Neuntes Kapitel

MONEREN

Präcellare Organismen. Kernlose Zellen. Chromaceen und Bakterien 215

Zehntes Kapitel

ERNÄHRUNG

Stoffwechsel und Energiestrom (Metabolismus). Assimilation und Dissimilation. Plasmodomen und Plasmophagen. Metasitismus. Parasitismus 236

Elftes Kapitel

FORTPFLANZUNG

Ungeschlechtliche und geschlechtliche Zeugung (Monogonie und Amphigonie). Liebe. Hermaphrodismus und Gonochorismus . . 267

Zwölftes Kapitel

BEWEGUNG

Mechanik des Plasma. Phoronomie. Flimmerbewegung. Muskelbewegung. Willensfreiheit 288

Dreizehntes Kapitel

EMPFINDUNG

Bewußtsein. Reizbarkeit. Auslösung. Reaktion auf Reize. Tropismen. Anorganische und organische Empfindungen 318

Vierzehntes Kapitel

GEISTESLEBEN

Geist und Seele. Psyche und Phronema. Entwicklung des Geistes. Vernunft. Kultur. Wissenschaft 348

Fünfzehntes Kapitel

LEBENSURSPRUNG

Schöpfungsmythus (Kreatismus). Äternalhypothesen. Urzeugung (Archigonie) 372

Sechzehntes Kapitel

LEBENSENTWICKLUNG Seite

Deszendenztheorie. Transformismus und Darwinismus. Stammesgeschichte und Keimesgeschichte. Biogenetisches Grundgesetz . 398

Siebzehntes Kapitel

LEBENSWERT

Lebenszweck. Natur und Kultur. Naturvölker, Barbarvölker, Zivilvölker, Kulturvölker. Persönlicher und sozialer Lebenswert . . 425

Achtzehntes Kapitel

LEBENSSITTEN

Anpassung und Gewohnheit. Instinkt und Moral. Mode und Vernunft 456

Neunzehntes Kapitel

DUALISMUS

Körperwelt und Geisterwelt. Realismus und Idealismus. Goethe und Schiller. Anti-Kant. Trinität der Substanz 485

Zwanzigstes Kapitel

MONISMUS

Philosophie als Wissenschaft des Allgemeinen. Reine und angewandte Wissenschaften im Lichte des Dualismus und des Monismus . 509

DIE LEBENSWUNDER

GEMEINVERSTÄNDLICHE STUDIEN ÜBER BIOLOGISCHE PHILOSOPHIE

*

Vorwort zur ersten Auflage

(1904)

Die Veranlassung zur Herausgabe des vorliegenden Werkes über „Die Lebenswunder" gab der Erfolg meines vor fünf Jahren veröffentlichten Buches über „Die Welträtsel". Von diesen „Studien über monistische Philosophie", die im Herbst des Jahres 1899 erschienen, wurden innerhalb weniger Monate zehntausend Exemplare verkauft. Als sodann der inzwischen verstorbene Verleger derselben, Emil Strauß in Bonn, auf vielseitig ausgesprochenen Wunsch eine billige Volksausgabe veranstaltete, wurden von dieser innerhalb eines Jahres über hunderttausend Exemplare abgesetzt. Dieser ungewöhnliche und für mich selbst ganz unerwartete Erfolg eines philosophischen Werkes, das nicht zur leichten Unterhaltungslektüre gehört, und das auch nicht durch besondere Vorzüge der Darstellung sich auszeichnet, beweist jedenfalls das lebhafte Interesse weiter Bildungskreise an dem darin behandelten Gegenstande, der Bildung einer vernunftgemäßen, auf Erkenntnis der Wahrheit beruhenden Weltanschauung.

Der offenkundige Widerspruch, in den meine monistische, lediglich auf die ungeheuren Fortschritte der wirklichen Naturerkenntnis gegründete Philosophie naturgemäß zur gelehrten Tradition der altgewohnten „Offenbarung" treten mußte, fand seinen lauten Widerhall in unzähligen Besprechungen und Entgegnungen. Schon während des ersten Jahres nach dem Erscheinen der „Welträtsel" wurden über hundert verschiedene Kritiken derselben und ein

Dutzend größere Broschüren veröffentlicht, voll der widersprechendsten Urteile und der seltsamsten Gedankengänge. Eine übersichtliche Zusammenstellung und kritische Vergleichung derselben gab im Herbst 1900 einer meiner urteilsfähigsten Schüler, Heinrich Schmidt (Jena) in seiner Broschüre: „Der Kampf um die Welträtsel" (Bonn, Emil Strauß). In das Unübersehbare wuchs aber dieser literarische Kampf, nachdem in den letzten Jahren zwölf verschiedene Übersetzungen der „Welträtsel" erschienen und in allen Kulturländern der alten und neue Welt eine stetig zunehmende geistige Erregung hervorriefen.

Eine kurze Entgegnung auf einige der schärfsten Angriffe gab ich im April 1903 in dem Nachwort zur Volksausgabe der „Welträtsel". Auf diesen Streit jetzt noch näher einzugehen und mehrere größere, inzwischen erschienene Gegenschriften zu bekämpfen, würde nutzlos sein. Denn es handelt sich hier um jene tiefen und unversöhnlichen Gegensätze zwischen wahrer Naturerkenntnis und angeblicher „Offenbarung", dei seit Jahrtausenden den denkenden und forschenden Menschengeist in Bewegung erhalten. Ich gründe meine ganze monistische Weltanschauung einzig und allein auf die Überzeugungen, die ich im Laufe eines halben Jahrhunderts durch eifriges und unermüdliches Studium der Natur und ihres gesetzmäßigen Geschehens mir erworben habe. Meine dualistischen Gegner messen diesen Erfahrungen nur eine beschränkte Geltung bei und wollen sie den Phantasiegebilden unterordnen, die sie im Glauben an eine übernatürliche Geisterwelt sich zurechtgelegt haben. Zwischen diesen offenkundigen Gegensätzen ist bei ehrlicher und unbefangener Betrachtung eine Vermittelung nicht möglich.

Aus diesem Grunde verzichte ich auf ein weiteres Eingehen auf die zahlreichen Gegenschriften der „Welträtsel"; noch weniger kann es meine Absicht sein, die persönlichen Angriffe zu widerlegen, die viele Gegner in diesem Kampfe zu benutzen für passend erachtet haben. Im Verlaufe desselben habe ich

alle die unerfreulichen Mittel kennengelernt, mit denen fanatische Glaubenshelden einen verhaßten Freidenker mundtot zu machen suchen: Entstellungen und Trugschlüsse, Verdrehungen und Sophismen, Verketzerungen und Verleumdungen. Was ich in dieser Beziehung über den Theologen Loofs in Halle, den Philologen Dennert in Godesberg und den Metaphysiker Paulsen in Berlin bereits im „Nachworte" zu den „Welträtseln" gesagt habe, gilt auch für zahlreiche andere Gegner desselben Schlages. Mögen diese glaubenseifrigen Fanatiker immerhin fortfahren, meine Person zu schmähen und zu verleumden; der guten Sache der Wahrheit, für die ich kämpfe, wird dadurch kein Schaden zugefügt.

Viel interessanter als die meisten jener Gegenschriften waren für mich die zahlreichen Briefe, die ich im Laufe der letzten fünf Jahre, besonders aber seit dem Erscheinen der Volksausgabe, von nachdenklichen Lesern der „Welträtsel" erhielt; ihre Zahl hat gegenwärtig Fünftausend beträchtlich überstiegen. Anfänglich habe ich noch die meisten Briefe gewissenhaft beantwortet; später mußte ich mich damit begnügen, als Antwort ein gedrucktes Formular zu verschicken, mit der wahrheitsgemäßen Angabe, daß meine Zeit und Kraft mir eine eingehende Beantwortung nicht mehr erlaubten. Wenn auch diese seltsame „Welträtsel-Korrespondenz" höchst zeitraubend und lästig wurde, so war sie mir doch anderseits sehr erfreulich, indem sie die regste Teilnahme weiter Bildungskreise an den großen Aufgaben unserer monistischen Naturphilosophie bekundete; zugleich war sie sehr interessant und lehrreich durch die tiefen Einblicke, die sie mir in das strebsame Geistesleben der verschiedensten Bildungskreise gewährte. Sehr merkwürdig war mir die Tatsache, daß in vielen von diesen fünftausend Briefen dieselben Betrachtungen und Anfragen, zum Teil mit denselben Worten und Wendungen, immer wiederkehrten. Die meisten Anfragen betrafen biologische Fragen, die ich sowohl in den „Welträtseln" wie in

der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" nur flüchtig berührt oder ungenügend erörtert hatte. Der natürliche Wunsch, diese Lücken meiner früheren Schriften zu ergänzen und auf jene wißbegierigen Anfragen eine gemeinsame Antwort zu geben, wurde für mich die nächste Veranlassung zur Abfassung des vorliegenden Buches über die „Lebenswunder".

Die zwanzig Kapitel der „Lebenswunder" wurden in ununterbrochenem Zusammenhange während vier Monaten niedergeschrieben, die ich am Gestade des blauen Mittelmeeres in Rapallo zubrachte. Das klösterliche Stilleben in diesem kleinen Küstenstädtchen der herrlichen Riviera levante gewährte mir Muße und Sammlung, alle die Anschauungen über das organische Leben nochmals im Zusammenhange durchzudenken, die ich mir seit dem Beginne meiner akademischen Studien (1852) und meiner Lehrtätigkeit in Jena (1861) in vielfachen Erfahrungen des Lernens und Lehrens angeeignet hatte. Dabei erquickte mich der beständige Anblick des blauen Mittelmeeres, dessen vielgestaltige Bewohner seit fünfzig Jahren einen so reichen Stoff für meine biologischen Studien geliefert hatten; und die einsamen Wanderungen in die wilden Schluchten der ligurischen Apenninen, die erhebenden Fernblicke von seinen waldumkränzten Felsaltären erhielten mir das Gefühl für die große Einheit der Mutter Natur lebendig, ein Gefühl, das in dem anziehenden Einzelstudium des Laboratoriums nur zu leicht in den Hintergrund tritt. Auf der anderen Seite gestatteten mir diese Umstände nicht die umfassende Berücksichtigung der unübersehbaren Literatur, welche die ausgedehnten Forschungen auf allen Gebieten der modernen Biologie zutage gefördert haben. Das Buch über die „Lebenswunder" soll aber auch kein systematisches „Lehrbuch der allgemeinen Biologie" sein. Bei der nochmaligen Revision des Textes, die ich im Laufe des Sommers in Jena vornahm, mußte ich mich auf unvollständige Ergänzungen und Verbesserungen beschränken. Dabei erfreute ich mich der

kritischen Beihilfe meines trefflichen Schülers Dr. Heinrich Schmidt (Jena), dem ich auch für die sorgfältige Durchsicht der Korrektur zu lebhaftem Danke verpflichtet bin.

Im Vorwort zu den „Welträtseln“ hatte ich 1899 gesagt, daß ich damit meine Studien auf dem Gebiete der monistischen Weltanschauung abzuschließen gedächte, und daß ich — „ganz und gar ein Kind des neunzehnten Jahrhunderts, mit dessen Ende einen Strich unter meine Lebensarbeit machen will“. Wenn ich jetzt scheinbar diesem Vorsatze entgegenhandle, so bitte ich zu bedenken, daß dieses Buch über die „Lebenswunder“ eine notgedrungene Ergänzung zu dem weitverbreiteten Buche über die „Welträtsel“ bildet, und daß ich mich zu dessen Abfassung durch die zahlreichen Fragen und Bitten meiner teilnehmenden Leser geradezu verpflichtet fühlte. Auch ist in diesem zweiten Werke, ebenso wie in jenem ersten, durchaus die Absicht festgehalten, dem Leser ein allgemeines und umfassendes Bild meiner monistischen Philosophie zu geben, wie sie bereits am Schlusse des neunzehnten Jahrhunderts zur endgültigen Reife (— für mich persönlich! —) gelangt war. Objektive Vollständigkeit und Vollgültigkeit kann ein solches einheitliches subjektives Weltbild natürlich niemals beanspruchen. Mein Wissen ist und bleibt Stückwerk, gleich dem aller anderen Menschen. Ich kann also auch in diesem „biologischen Skizzenbuch“ nur Studien von sehr ungleichem Werte und von unvollkommener Ausführung bieten; es bleibt der ehrliche Versuch, alle die reichen Erscheinungen des organischen Lebens unter einem allgemeinen, einheitlichen Bilde zusammenzufassen, alle „Lebenswunder“ vom Standpunkte meines konsequenten Monismus als Erscheinungsformen eines einzigen, großen, durchaus einheitlich wirkenden Universums zu erklären — gleichviel ob man dieses letztere Natur oder Kosmos, Welt oder Gott nennt.

Erstes Kapitel

WAHRHEIT

Erkenntnis-Theorie. Erfahrung und Denken. Seelen-Organ.

Was ist Wahrheit? Diese gewaltige Frage hat den denkenden Teil der Menschheit seit Jahrtausenden beschäftigt, Tausende von Versuchen zu ihrer Beantwortung, Tausende von Erkenntnissen und von Irrtümern hervorgerufen. Jede „Geschichte der Philosophie" gibt eine kürzere oder längere Übersicht über diese mannigfaltigen Versuche des forschenden Menschengeistes, über die Welt und über sich selbst klar zu werden. Ja, die „Weltweisheit" selbst, die Philosophie im eigentlichsten Sinne, ist nichts anderes als der zusammenhängende Versuch, die allgemeinen Ergebnisse des menschlichen Forschens und Beobachtens, Nachdenkens und Erkennens zusammenzufassen, sie in einem Brennpunkte zu vereinigen. Die voraussetzungslose und furchtlose Philosophie will durch mutige Enthüllung des „verschleierten Bildes von Sais" zur vollen Anschauung der Wahrheit gelangen. Die wahre Philosophie darf sich in diesem Sinne mit Stolz und mit Recht die „Königin unter den Wissenschaften" nennen.

Indem die Philosophie als „Wahrheitsforschung" im höchsten Sinne die unzähligen einzelnen Erkenntnisse zusammenfaßt und sie zu einem einheitlichen großen Gesamtbilde der „Welt" zu vereinigen strebt, gelangt sie schließlich zur Stellung einiger weniger Grundfragen oder „Probleme", deren Beantwortung je nach dem Bildungsgrad und Standpunkt des

Wahrheitssuchers sehr verschieden ausfällt. Diese letzten und höchsten Aufgaben der Wissenschaft wurden neuerdings als „Welträtsel" bezeichnet, und ich hatte absichtlich meinem Buche, das sich mit deren Lösung beschäftigt, 1899 diesen Titel gegeben, um von vornherein sein Ziel klar hinzustellen. Im ersten Kapitel dieses Buches hatte ich die sogenannten „Sieben Welträtsel" einer unbefangenen Kritik unterworfen, und im zwölften Kapitel zu beweisen versucht, daß sie alle auf ein einziges großes Grundrätsel zurückzuführen sind, auf das „Substanzproblem". Seine strenge und allgemein gültige Formulierung ergab sich aus der Verschmelzung der beiden großen „kosmologischen Grundgesetze", des chemischen Grundgesetzes von der „Erhaltung der Materie" (Lavoisier, 1789) und des physikalischen Grundgesetzes von der „Erhaltung der Kraft" (Robert Mayer, 1842). Diese monistische Verknüpfung beider Fundamentalgesetze und die darauf gestützte Klarstellung des einheitlichen „Substanzgesetzes" hat inzwischen vielfach Zustimmung, anderseits aber auch manchen Widerspruch gefunden. Die lebhaftesten Angriffe richteten sich jedoch bald gegen meine monistische Erkenntnistheorie, gegen die Methoden, die ich zur Lösung der Welträtsel eingeschlagen hatte. Als die beiden einzigen sicheren Wege hatte ich „Erfahrung und Denken — oder Empirie und Spekulation" — bezeichnet und dabei besonders betont, daß diese beiden gleichberechtigten Erkenntnismethoden sich gegenseitig ergänzen, daß sie allein durch die Vernunft uns zur Wahrheit führen. Dagegen hatte ich zwei andere, vielbetretene Wege, die angeblich direkt zur tieferen Erkenntnis leiten, nämlich „Gemüt und Offenbarung", als irreführend zurückgewiesen; beide widerstreiten der „reinen Vernunft", indem sie den Glauben an Wunder verlangen.

„Alle Naturwissenschaft ist Philosophie, und alle wahre Philosophie ist Naturwissenschaft. Alle wahre Wissenschaft aber ist Naturphilosophie." Mit diesen

Worten hatte ich 1866 (im 29. Kapitel der „Generellen Morphologie", Bd. II, S. 447) das allgemeinste Ergebnis meiner monistischen Studien zusammengefaßt. Ich hatte daselbst dem „System des Monismus" den Grundsatz untergelegt, daß „die Einheit der Natur und die Einheit der Wissenschaft" mit Sicherheit aus der Zusammenfassung der modernen philosophischen Naturforschung sich ergeben, und hatte diese Überzeugung in folgenden Sätzen ausgedrückt: „Alle menschliche Wissenschaft ist Erkenntnis, welche auf Erfahrung beruht, ist empirische Philosophie, oder, wenn man lieber will, philosophische Empirie. Die denkende Erfahrung oder das erfahrungsmäßige Denken sind die einzigen Wege und Methoden zur Erkenntnis der Wahrheit." Ausführlich hatte ich diese monistische Überzeugung zu begründen versucht im ersten Buche der „Generellen Morphologie", welches auf 108 Seiten eine kritische und methodologische Einleitung in diese Wissenschaft gab und namentlich im vierten Kapitel ihre Methodik kritisch erörterte. Dort sind sowohl diejenigen Methoden untersucht, „welche sich gegenseitig notwendig ergänzen müssen" (I. Empirie und Philosophie, II. Analyse und Synthese, III. Induktion und Deduktion) — als auch diejenigen, „welche sich gegenseitig notwendig ausschließen müssen" (IV. Dogmatik und Kritik, V. Teleologie und Kausalität, oder Vitalismus und Mechanismus, VI. Dualismus und Monismus). Die konsequenten monistischen Grundsätze, die ich dort vor 38 Jahren entwickelt habe, sind seitdem durch meine weiteren Untersuchungen nur gefestigt worden; ich muß die Leser, die sich dafür interessieren, auf jenes Buch verweisen. Die „Welträtsel" sind in der Hauptsache ein Versuch, die wichtigsten Lehrsätze des dort begründeten Monismus in knapper und übersichtlicher Form einem größeren Leserkreise vorzuführen. Aber gerade der Widerspruch, den die allgemeinen philosophischen Betrachtungen der „Welträtsel" in weiten Kreisen erregt haben, nötigt

mich, hier einige der wichtigsten Fragen der Erkenntnistheorie nochmals zu erörtern.

Jede wahre „Wissenschaft", die ihren Namen verdient, beruht auf gesammelten Erfahrungen und setzt sich zusammen aus Schlüssen, die durch vernunftgemäße Verknüpfung dieser Erfahrungen gewonnen werden. „Nur in der Erfahrung ist Wahrheit," sagt Kant. Die Außenwelt ist das Objekt, welches auf die menschlichen Sinnesorgane einwirkt; in den inneren Sinnesherden der Großhirnrinde wird diese Einwirkung subjektiv in Vorstellungen umgesetzt. Die Denkherde oder Assozionsgebiete der Großhirnrinde (— gleichviel, wie man sie von den Sinnesherden abgrenzen will —) sind die eigentlichen „Geistesorgane", welche jene Vorstellungen zu Schlüssen verknüpfen; die beiden Wege dieser Schlußfolgerungen, Induktion und Deduktion, ferner die Bildung von Kettenschlüssen und Begriffen, das Denken und das Bewußtsein, bilden zusammen die Gehirntätigkeit der Vernunft. Diese uralten und grundlegenden Wahrheiten, deren Anerkennung ich seit 38 Jahren als unentbehrliche Vorbedingung zur „Lösung der Welträtsel" empfohlen habe, sind immer noch weit davon entfernt, diese Anerkennung erlangt zu haben. Vielmehr werden sie noch immer von den Extremen beider Richtungen der Wissenschaft bekämpft. Auf der einen Seite will die empirische Naturbeschreibung alles auf Erfahrung allein zurückführen, ohne der Philosophie zu bedürfen. Auf der anderen Seite glaubt die philosophische Spekulation, der Erfahrung entbehren und die Welt aus reinem Denken konstruieren zu können.

Ausgehend von der richtigen Erkenntnis, daß ursprünglich alle Wissenschaft in der sinnlichen Erfahrung ihren Urquell habe, behaupten die Vertreter der „Erfahrungswissenschaft", daß mit der exakten Beobachtung der „Tatsachen" und mit deren Sammlung und Beschreibung ihre Aufgabe erschöpft sei, und daß die philosophische Spekulation nichts weiter sei als ein leeres Spiel mit Begriffen. Der ein-

seitige Sensualismus, wie ihn namentlich Condillac und Hume vertraten, behauptete demnach, daß unsere ganze Seelentätigkeit lediglich auf dem Spiel von sinnlichen Empfindungen beruhe. Diese einseitige empirische Auffassung gewann innerhalb des 19. Jahrhunderts und besonders in dessen zweiter Hälfte die weiteste Verbreitung in der mächtig aufblühenden Naturwissenschaft; sie wurde begünstigt durch den beschränkten Spezialismus, der sich mit deren notgedrungener Arbeitsteilung entwickelte. Die große Mehrzahl der Naturforscher ist noch heute der Überzeugung, daß mit der exakten Beobachtung der Tatsachen und mit deren genauer Beschreibung ihre Aufgabe erschöpft sei; alles, was darüber hinaus gehe, besonders aber weit reichende philosophische Schlüsse aus den kombinierten Beobachtungen, seien unsicher und unzulässig. Den schärfsten Ausdruck gab dieser einseitigen empirischen Richtung 1894 Rudolf Virchow; in seiner Rede über die Gründung der Berliner Universität erörterte er den „Übergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter"; die einzige Aufgabe der Wissenschaft sei „das tatsächliche Wissen, die objektive Erforschung der einzelnen Naturerscheinungen". Dabei übersah der gealterte Politiker Virchow, daß er vierzig Jahre früher (in Würzburg) ganz entgegengesetzte Anschauungen vertreten hatte, und daß sein eigenes größtes Verdienst, die Schöpfung der „Zellularpathologie", eine philosophische Tat war, die Bildung einer neuen umfassenden „Theorie der Krankheit", die durch Kombination unzähliger Beobachtungen und darauf gegründeter Schlüsse gewonnen war.

Beschreibende Wissenschaft! Keine Wissenschaft, welcher Art sie auch sei, besteht aus der bloßen Beschreibung beobachteter Tatsachen. Wir müssen es daher als eine bedauerliche Contradictio in adjecto ansehen, wenn selbst heute noch in offiziellen Aktenstücken die Biologie als „beschreibende Naturwissenschaft" bezeichnet und der Physik als „erklä-

render" gegenübergestellt wird. Als ob nicht in der ersteren gerade so wie in der letzteren zunächst die beobachteten Erscheinungen zu beschreiben, dann aber durch Vernunftschlüsse auf ihre Ursachen zurückzuführen, d. h. zu erklären seien! Noch bedauerlicher aber ist es, daß neuerdings einer unserer scharfsinnigen Naturforscher, Gustav Kirchhoff, geradezu die Beschreibung als die letzte und höchste Aufgabe der Wissenschaft hingestellt hat. In seinen „Vorlesungen über mathematische Physik und Mechanik", 1877, S. 1, sagt dieser berühmte Entdecker der Spektralanalyse: „Die Aufgabe der Wissenschaft ist, die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen zu beschreiben, und zwar vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben." Diese Weisung hat nur dann einen Sinn, wenn man dem Begriffe „Beschreibung" eine ganz andere Bedeutung unterlegt, als üblich ist, d. h. wenn die „vollständige Beschreibung" zugleich die Erklärung enthält. Denn alle wahre Wissenschaft geht seit Jahrtausenden nicht auf einfache Kenntnis durch Beschreibung der einzelnen Tatsachen, sondern auf deren Erklärung durch die bewirkenden Ursachen. Freilich bleibt deren Erkenntnis immer mehr oder weniger unvollkommen oder selbst hypothetisch; aber dasselbe gilt auch von der Beschreibung der Tatsachen. Jener Ausspruch von Kirchhoff steht in Widerspruch zu seiner eigenen größten Tat, der Begründung der Spektralanalyse; denn deren außerordentliche Bedeutung beruht nicht auf der Entdeckung der wunderbaren Tatsachen der Spektraloptik und auf der „vollständigen Beschreibung" der einzelnen Spektra, sondern auf deren geistreicher Verknüpfung und Deutung; die weitreichenden philosophischen Schlüsse, die er daraus gezogen hat, haben der Chemie und Astrophysik ganz neue Bahnen der Forschung eröffnet. Kirchhoff befand sich also mit diesem gefährlichen Lehrsatze in einer ebenso bedauerlichen Selbsttäuschung wie Virchow. Diese Ansprüche der beiden berühmten Naturforscher haben aber das größte Unheil angerichtet; denn sie er-

weitern aufs neue die bestehende tiefe Kluft zwischen Naturwissenschaft und Philosophie. Es mag nützlich sein, wenn Tausende von gedankenlosen Handlangern der beschreibenden Naturwissenschaft jeden Versuch einer Erklärung vermeiden; aber die eigentlichen Baumeister der Wissenschaft können sich nicht mit dem Sammeln ihrer toten Bausteine begnügen, sondern müssen durch deren denkende Zusammenfügung zur Erkenntnis der Ursachen vordringen.

Die genaue und kritische Beobachtung der wirklichen Tatsachen und ihre sichere Begründung durch das Experiment gelten mit Recht als ein großer Vorzug der modernen Wissenschaft gegenüber allen älteren Bestrebungen zur Erkenntnis der Wahrheit. Die ausgezeichneten Denker des klassischen Altertums standen in bezug auf Entwicklung der Urteile und Schlüsse, überhaupt die feinere Denktätigkeit, viel höher als die meisten neueren Naturforscher und Philosophen; aber sie waren oberflächliche oder ungeübte Beobachter und kannten kaum das Experiment. Im Mittelalter gingen beide Richtungen der wissenschaftlichen Arbeit gleichmäßig zurück, da das übermächtige Christentum nur seinen „Glauben" und die Anerkennung seiner übernatürlichen „Offenbarung" forderte, hingegen die Beobachtung der Natur geringschätzte. Die hohe Bedeutung der letzteren, als sichere Grundlage des wahren Wissens, wurde erst von Baco von Verulam erkannt, dessen „Novum Organon" (1620) die Grundsätze der naturwissenschaftlichen Erkenntnis feststellte, im Gegensatze zu der traditionellen Scholastik des Aristoteles und seines „Organon". Baco wurde der Begründer der modernen empirischen Forschungsmethode nicht allein dadurch, daß er aller Philosophie die exakte und genaue Beobachtung der wirklichen Erscheinungen zugrunde legte, sondern auch deren Ergänzung durch das Experiment forderte; dieser Versuch ist aber nichts anderes als eine Frage an die Natur, die diese selbst beantworten soll, eine Beobachtung unter bestimmten, künstlich gestellten Bedingungen.

Die genauere Methode der „exakten Beobachtung", die kaum 300 Jahre alt ist, wurde außerordentlich gefördert durch die Erfindung der Instrumente, die das menschliche Auge zum Eindringen in die weitesten Entfernungen der Himmelsräume und in die verborgensten Tiefen der kleinsten Raumverhältnisse befähigten: Teleskop und Mikroskop. Die hohe Vervollkommnung dieser Instrumente im 19. Jahrhundert und ihre Unterstützung durch andere moderne Erfindungen haben in diesem „Jahrhundert der Naturwissenschaft" größere Triumphe der Beobachtung ergeben, als man früher ahnen konnte. Aber gerade diese raffinierte Ausbildung der Observationstechnik hat auch ihre großen Schattenseiten gehabt und vielfach auf Irrwege geführt. Das Streben nach möglichster Genauigkeit und Objektivität der Beobachtung läßt vielfach den wichtigen Anteil übersehen, den die subjektive Geistestätigkeit des Beobachters an ihrem Ergebnis hat; das Urteilen und Denken seines Gehirns wird gering geschätzt gegenüber der Schärfe und Klarheit seines Auges. Vielfach ist das Mittel der Erkenntnis zum Zweck geworden. Bei der Wiedergabe des Beobachteten wird häufig die objektive Photographie, die alle Teile des Bildes gleichmäßig wiedergibt, höher geschätzt als die subjektive Zeichnung, die nur das Wesentliche hervorhebt und das Unwesentliche fortläßt; und doch ist in vielen Fällen (z. B. bei histologischen Beobachtungen) die letztere viel wichtiger und richtiger als die erste. Die größten Fehler entstehen aber dadurch, daß viele sogenannte „exakte Beobachter" vom Nachdenken und Urteilen über die gesehenen Erscheinungen überhaupt absehen und die Selbstkritik vernachlässigen; daher kommt es, daß so häufig mehrere Beobachter derselben Erscheinung sich direkt widersprechen und doch jeder die „Exaktheit" seiner Beobachtungen rühmt.

In gleicher Weise, wie die einfache Beobachtung, ist auch das Experiment neuerdings in bewunderungswürdiger Weise vervollkommnet worden; namentlich

haben die sogenannten Experimentalwissenschaften, in denen es vorzugsweise angewendet wird: experimentelle Physik, Chemie, Physiologie, Pathologie usw., damit die größten Erfolge erzielt. Aber auch beim Versuche — bei der Beobachtung unter bestimmt gestellten Bedingungen! — kommt es vor allen darauf an, daß er mit richtigem klaren Urteil unternommen und durchgeführt wird, wie bei der einfachen Beobachtung. Die Natur kann die ihr gestellte Frage nur dann richtig und unzweideutig beantworten, wenn sie klar und deutlich gestellt wird. Nur zu häufig ist das nicht der Fall, und der Experimentator erschöpft sich in sinnlosen Versuchen, mit der törichten Hoffnung, daß doch „irgend etwas dabei herauskommen wird". Besonders reich an solchen nutzlosen und verkehrten Versuchen ist das moderne Gebiet der experimentellen Entwicklungsgeschichte und Entwicklungsmechanik. Ebenso töricht ist das Verfahren jener Biologen, die das physiologisch wertvolle Experiment auch auf das morphologische Gebiet übertragen wollen, wo es nur selten von Nutzen sein kann. In dem modernen Kampfe um die Deszendenztheorie ist nicht selten der Versuch unternommen worden, die Entstehung neuer Arten experimentell zu beweisen oder zu widerlegen. Dabei wurde ganz vergessen, daß der Begriff der Art oder Spezies nur relativ ist und daß kein Naturforscher eine befriedigende absolute Definition dieses Begriffes geben kann. Nicht minder verkehrt ist es, das Experiment auf historische Probleme anwenden zu wollen, wo alle Vorbedingungen für sein Gelingen fehlen.

Die Sicherheit der Erkenntnis, die wir empirisch durch Beobachtung und Experiment gewinnen, ist direkt nur möglich in der Gegenwart. Dagegen sind wir bei der Erforschung der Vergangenheit auf andere Methoden der Erkenntnis angewiesen, die minder zuverlässig und zugänglich sind, auf Geschichte und Tradition. Dieses Gebiet der Wissenschaft ist schon seit Jahrtausenden viel betreten und erforscht, soweit es sich um die Geschichte des Menschen und

seiner Kultur handelt, um die Geschichte der Völker und Staaten, ihrer Sitten und Gesetze, Sprachen und Wandelungen. Wie bekannt, liefern hier die mündliche und schriftliche Tradition von Generation zu Generation, die hinterlassenen Bildwerke und Urkunden, Altertümer und Denkmäler, Waffen und Geräte, ein reiches empirisches Material, welches bei umsichtiger und kritischer Verwertung eine Fülle von Aufschlüssen gibt. Trotzdem bleiben hier stets unzählige Pforten des Irrtums offen, da die Urkunden meist unvollständig sind, und da ihre subjektive Deutung oft ebenso zweifelhaft ist wie ihr objektiver Wahrheitsgehalt.

Die eigentliche Naturgeschichte, die Erforschung der Entstehung und Vergangenheit des Weltalls, der Erde und ihrer organischen Bevölkerung, ist viel jünger als diejenige des Menschen. Für das Universum hat erst Immanuel Kant in seiner bewunderungswürdigen „Naturgeschichte des Himmels" (1755) die Grundlagen für eine mechanische Kosmogenie geliefert, die dann durch Laplace ihren mathematischen Ausbau erlangte (1766).

Auch die Geologie, als Entwicklungsgeschichte der Erde, wurde schon zu Ende des 18. Jahrhunderts begonnen, erfuhr aber erst durch Hoff und Lyell (1830) ihre zusammenhängende Begründung. Noch später (1866) wurden die ersten Grundlagen für die Stammesgeschichte der Organismen gewonnen, nachdem Darwin (1859) der von Lamarck 50 Jahre früher aufgestellten Deszendenztheorie durch seine Selektionstheorie das sichere Fundament gegeben hatte.

In schroffem Gegensatze zu der rein empirischen Richtung, der noch heute die Mehrzahl der Naturforscher huldigt, steht die rein spekulative Tendenz, die in den Kreisen unserer Schulphilosophie die herrschende ist. Das hohe Ansehen, das sich die kritische Philosophie von Immanuel Kant im Laufe des 19. Jahrhunderts erworben hat, wird neuerdings mit steigender Betonung in den Vordergrund aller philosophischen Bestrebungen gestellt. Kant behauptete

bekanntlich, daß bloß ein Teil unserer Erkenntnisse empirisch sei und a posteriori, d. h. durch Erfahrung, gewonnen werde, daß hingegen ein anderer Teil der Erkenntnisse (z. B. die mathematischen Lehrsätze) a priori, d. h. durch das Schlußvermögen der „Reinen Vernunft", unabhängig von aller Erfahrung entstehe. Dieser Irrtum führte dann weiter zu der Behauptung, daß die Anfangsgründe der Naturwissenschaft metaphysisch seien und daß der Mensch mittelst der angeborenen „Anschauungsformen: Raum und Zeit" zwar einen Teil der Erscheinungen zu erkennen, das dahintersteckende „Ding an sich" aber nicht zu begreifen vermöge. Die rein spekulative Metaphysik, die sich weiterhin auf dem von Kant gegründeten Apriorismus entwickelte und die in Hegel ihren extremsten Vertreter fand, kam endlich zu der Verwerfung der Empirie überhaupt und behauptete, daß eigentlich alle Erkenntnis durch reine Vernunft, unabhängig von aller Erfahrung, erworben werde.

Der große Irrtum von Kant, der so folgenschwer für die ganze folgende Philosophie wurde, beruht hauptsächlich darauf, daß seiner kritischen „Erkenntnistheorie" die physiologischen und phylogenetischen Grundlagen fehlten, die erst 60 Jahre nach seinem Tode durch Darwins Reform der Entwicklungslehre und durch die Entdeckungen der Gehirnphysiologie gewonnen wurden. Er betrachtete die Seele des Menschen mit ihren angeborenen Eigenschaften der Vernunft als ein fertig gegebenes Wesen und fragte gar nicht nach ihrer historischen Herkunft; er verteidigte demgemäß deren Unsterblichkeit als ein praktisches Postulat, das sich dem Nachweise entzieht; er dachte nicht daran, daß diese Seele sich phylogenetisch aus der Seele der nächstverwandten Säugetiere entwickelt haben könne. Die wunderbare Fähigkeit zu Erkenntnissen a priori ist aber ursprünglich entstanden durch Vererbung von Gehirnstrukturen, die bei den Vertebratenahnen des Menschen langsam und stufenweise durch Anpassung an synthetische Verknüpfung von

Erfahrungen, von Erkenntnissen a posteriori erworben wurden. Auch die absolut sicheren Erkenntnisse der Mathematik und Physik, die Kant für synthetische Urteile a priori erklärt, sind ursprünglich durch die phyletische Entwicklung der Urteilskraft entstanden und auf stetig wiederholte Erfahrungen und darauf gegründete Schlüsse a posteriori zurückzuführen. Die „Notwendigkeit", die Kant als besondere Eigentümlichkeit diesen apriorischen Urteilen zuschrieb, würde auch allen anderen Urteilen zukommen, wenn uns die Erscheinungen und ihre Bedingungen vollständig bekannt wären.

Unter den Vorwürfen, welche die „Fachmetaphysiker", insbesondere die deutschen Schulphilosophen, gegen meine „Welträtsel" erhoben haben, steht oben an die schwere Beschuldigung, daß ich von Erkenntnistheorie nichts verstehe oder „keine Ahnung" habe. Dieser Vorwurf ist insofern berechtigt, als ich die dualistische Erkenntnistheorie dieser herrschenden, auf Kant sich berufenden Metaphysik nicht verstehe; ich vermag nicht zu begreifen, wie deren introspektive psychologische Methoden (— mit Verachtung aller physiologischen, histologischen und phylogenetischen Grundlagen! —) das Bedürfnis der „reinen Vernunft" befriedigen sollen? Meine monistische Erkenntnistheorie ist freilich davon ganz verschieden; denn sie stützt sich durchgehends auf die großartigen Fortschritte der modernen Physiologie, Histologie und Phylogenie; auf die bewunderungswürdigen Ergebnisse dieser empirischen Wissenschaften in den letzten 40 Jahren, die von der herrschenden Metaphysik meist völlig ignoriert werden. Auf Grund dieser biologischen Erfahrungen bin ich zu den Überzeugungen über die Natur der menschlichen Seelentätigkeit gelangt, die ich im zweiten Teile der „Welträtsel" (Kapitel 6—11) dargelegt habe. Folgende Sätze sind dafür grundlegend:

1. Die Seele oder Psyche des Menschen ist — objektiv verglichen — im Wesen gleich derjenigen aller anderen Wirbeltiere; sie ist die physiologische Ar-

beit oder Funktion seines Gehirns. 2. Wie die Funktionen aller anderen Organe, werden auch diejenigen des Gehirns durch die Zellen bewirkt, die das Organ zusammensetzen. 3. Diese Gehirnzellen, die wir auch als Seelenzellen, Ganglienzellen oder Neuronen bezeichnen, sind echte kernhaltige Zellen von sehr verwickelter feinerer Struktur. 4. Die Anordnung und Gruppierung dieser Seelenzellen, deren Zahl im Gehirn des Menschen und der übrigen Säugetiere viele Millionen beträgt, ist streng gesetzmäßig und innerhalb dieser höchstentwickelten Wirbeltierklasse durch viele Eigentümlichkeiten ausgezeichnet, die sich durch die gemeinsame Abstammung aller Mammalien von einem Ursäugetier (einem Promammale der Triaszeit) erklären. 5. Diejenigen Gruppen von Seelenzellen, die als die Faktoren der höheren Geistestätigkeiten zu betrachten sind, nehmen ihren Ursprung aus dem Vorderhirn, der ersten und vordersten von den fünf embryonalen Hirnblasen; sie sind auf denjenigen oberflächlich gelegenen Teil des Vorderhirns beschränkt, den die Anatomie als grauen Hirnmantel oder „Großhirnrinde" bezeichnet. 6. Innerhalb der Großhirnrinde sind viele einzelne Seelentätigkeiten lokalisiert, d. h. an einen bestimmten Bezirk gebunden; wird dieser letztere zerstört, werden die Neuronen desselben getötet, so verschwinden auch die ersteren. 7. Die betreffenden Bezirke sind in der Großhirnrinde so verteilt, daß ein Teil derselben direkt mit den Sinnesorganen in Verbindung steht und die von diesen erhaltenen Eindrücke aufnimmt und verarbeitet: die „inneren Sinnesherde" (Sensoria). 8. Zwischen diesen sensorischen Zentralorganen liegen die intellektuellen, die eigentlichen Denkorgane, die Werkzeuge des Vorstellens und Denkens, des Urteilens und Bewußtseins, des Verstandes und der Vernunft; man bezeichnet dieselben als Denkherde oder Assozionszentren, weil die verschiedenen, von den Sinnesherden aufgenommenen Vorstellungen von ihnen assoziiert, verknüpft und zu einem einheitlichen Gedanken verbunden werden.

Ästheten und Phroneten: Die anatomische Unterscheidung der beiderlei Gebiete in der Großhirnrinde, die wir als innere Sinnesherde (sensorische Zentren) und Denkherde (Assozionszentren) gegenüberstellen, ist nach meiner Überzeugung von höchster Wichtigkeit. Physiologische Erwägungen hatten zwar diese Unterscheidung schon lange wahrscheinlich gemacht; aber der sichere anatomische Beweis dafür ist erst seit zehn Jahren gelungen. 1894 zeigte zuerst Flechsig, daß in der grauen Rinde des Großhirns vier zentrale Sinnesherde („innere Empfindungssphären" oder Ästheten) liegen und zwischen diesen vier Denkherde („Assozionszentren" oder Phroneten); das psychologisch wichtigste von letzteren ist das „Prinzipalhirn" oder das „große okzipito-temporale Assozionszentrum". Die anatomische Abgrenzung der beiden „Seelengebiete", die Flechsig hier zuerst versucht hatte, ist später von ihm selbst modifiziert und von anderen wesentlich verändert worden. Die ausgezeichneten Arbeiten von Edinger, Weigert, Hitzig u. a. führen zu teilweise abweichenden Ergebnissen. Aber für die allgemeine Auffassung der psychischen Tätigkeit und besonders der Erkenntnisfunktionen, die uns hier interessiert, ist ihre spezielle Grenzbestimmung zunächst gleichgültig. Die Hauptsache bleibt, daß wir jetzt überhaupt die beiden wichtigsten Organe des Geisteslebens auch anatomisch unterscheiden können. Wir dürfen daraus den Schluß ziehen, daß auch die Neuronen oder Seelenzellen, die beiderlei Organe zusammensetzen, in ihrer feineren Struktur verschieden sind. Um die beiderlei Neuronen auch begrifflich zu unterscheiden, schlage ich vor, die Gefühlszellen der Sinnesherde als Ästhetalzellen, die Denkzellen der Denkherde als Phronetalzellen zu bezeichnen. Die ersteren bilden anatomisch und physiologisch die vermittelnde Übergangsbahn von den äußeren Sinnesorganen zu den inneren Denkorganen.

Der anatomischen Abgrenzung der inneren Sinnesherde und Denkorgane in der Großhirnrinde entspricht auch ihre physiologische Differenzierung. Das

Sensorium oder Sinneszentrum besorgt die Verarbeitung der äußeren Sinneseindrücke, die durch die peripheren Sinnesorgane und die spezifische Energie ihrer Sinnesnerven gewonnen wurden; die Ästheten, die als zentrale Sinneswerkzeuge das Sensorium zusammensetzen, und ihre histologischen Elementarorgane, die Ästhetalzellen, besorgen hier die Vorarbeit für das eigentliche Denken und Urteilen. Diese Arbeit der „reinen Vernunft" führt das Phronema der Denkzentren aus, indem die Phroneten, die verschiedenen, dasselbe zusammensetzenden Denkorgane, und ihre histologischen Agenten, die Phronetalzellen, die Assozion oder Verknüpfung jener Vorarbeiten besorgen. Durch diese wichtige Unterscheidung wird der Irrtum des älteren Sensualismus (von Hume, Condillac usw.) berichtigt, daß die Erkenntnis allein auf Sinnestätigkeit beruhe. Richtig ist, daß die Sinne die ursprüngliche Urquelle aller Erkenntnis bilden; aber zu den durch die Sinnesorgane, ihre Nerven und Zentralherde gewonnenen Kenntnissen der Außenwelt muß erst deren Verknüpfung durch die Assozionszentren und die Spiegelung der so gewonnenen Bilder im Bewußtsein der Denkherde kommen, um das wirkliche Erkennen und Denken, die spezifische Arbeit der Vernunft, zustande zu bringen. Dazu kommt noch der wichtige, gewöhnlich übersehene Umstand, daß in den Phronetalzellen des denkenden Kulturmenschen schon ein wertvoller Vorrat von erblicher (phylogenetisch gehäufter) potentieller Nervenenergie vorhanden ist, der ursprünglich (ontogenetisch) durch die aktuelle Sinnestätigkeit der Ästhetalzellen im Laufe vieler Generationen erworben wurde.

Eine unbefangene und kritische Vergleichung der Gehirntätigkeit bei den verschiedenen Vertretern der Wissenschaft ergibt, daß im allgemeinen ein gewisser Gegensatz oder eine antagonistische Korrelation zwischen beiden Gebieten der höchsten Geistestätigkeit existiert. Die empirischen Vertreter der Naturwissenschaft, die Förderer der physikalischen Stu-

dien, haben eine überwiegende Entwicklung des Sensorium, eine größere Neigung und Befähigung zur Beobachtung einzelner Erscheinungen. Die spekulativen Vertreter der sogenannten Geisteswissenschaft und Philosophie hingegen, die Liebhaber metaphysischer Studien, zeigen eine stärkere Ausbildung des Phronema, eine überwiegende Neigung und Fähigkeit zur zusammenfassenden Erkenntnis des Allgemeinen in den Erscheinungen. Daher sehen die Metaphysiker meistens mit großer Geringschätzung auf die „materialistischen" Spezialforscher und Naturbeobachter herab, während diese wieder den Gedankenflug der ersteren als unwissenschaftliche Spielerei oder spekulative Befleckung verabscheuen. Dieser physiologisch begründete Antagonismus ist histologisch auf die stärkere Differenzierung der Ästhetalzellen und Phronetalzellen zurückzuführen. Nur bei den genialen „Naturphilosophen" ersten Ranges, bei Kopernikus, Newton, Lamarck, Cuvier, Darwin, Johannes Müller, sind beide Gebiete gleichmäßig hoch entwickelt und befähigen sie zu den höchsten Leistungen der Erkenntnis.

Wenn wir den vieldeutigen Begriff der „Seele" (Psyche oder Anima) im engeren Sinne fassen und darunter die höhere „Geistestätigkeit" verstehen, so können wir jetzt als „Sitz der Seele" (— oder besser „Organ der Seele" —) beim Menschen und den übrigen Säugetieren denjenigen Teil der Großhirnrinde ansehen, der die Phroneten umfaßt und aus den Phronetalzellen zusammengesetzt ist; um einen kurzen und bezeichnenden Ausdruck für diesen Begriff zu haben, nennen wir ihn Phronema. Nach unserer monistischen Überzeugung ist also das Phronema in demselben Sinn das Organ des Denkens, wie das Auge das Organ des Sehens oder das Herz das zentrale Organ des Blutkreislaufes. Mit der Vernichtung des Organs erlischt auch seine Tätigkeit. Im Gegensatze zu dieser biologischen, empirisch begründeten Auffassung betrachtet die herrschende metaphysische Psychologie das Gehirn zwar auch als

den „Sitz der Seele", aber in einem ganz anderen Sinne; sie faßt streng dualistisch die menschliche Seele als ein besonderes „Wesen" auf, das nur zeitweilig das Gehirn bewohnt (— wie die Schnecke ihr Haus —); sie soll nach dessen Tode selbständig weiterleben, und zwar „ewig"! Die „unsterbliche Seele" ist nach dieser beliebten, von Plato begründeten Auffassung ein immaterielles Wesen, das selbständig empfindet, denkt und handelt, und das den materiellen Körper nur als ausführendes Werkzeug benutzt. Die beliebte Klaviertheorie vergleicht die Seele mit einem Virtuosen, der auf dem Instrument des Körpers ein interessantes Stück (das individuelle Leben der Person) abspielt und dann dasselbe verläßt, um für sich ewig weiterzuleben. Nach Descartes, der dem mystischen Dualismus des Plato die weiteste Geltung verschaffte, sollte das eigentliche Wohnzimmer im Gehirn (— der Klaviersalon —) die Zirbeldrüse (Epiphysis oder Glandula pinealis) sein, ein dorsaler Teil des Zwischenhirns (der zweiten embryonalen Hirnblase). Diese berühmte Zirbeldrüse ist von der vergleichenden Anatomie neuerdings als das Rudiment eines unpaaren (bei einigen Reptilien noch heute tätigen) Sehorgans, des Pinealauges, erkannt worden. Übrigens hat kein einziger von den unzähligen Psychologen, die nach diesem platonischen Muster den „Sitz der Seele" irgendwo im Körper suchen, eine annehmbare Hypothese über den Zusammenhang zwischen „Leib und Seele" und über die Art ihrer Wechselwirkung aufstellen können. Nach unserer monistischen Auffassung beantworten wir diese Grundfrage sehr einfach, der Erfahrung gemäß. Bei der außerordentlichen Bedeutung derselben wird es nützlich sein, wenigstens einen flüchtigen Blick auf die neue Auffassung des Phronema in anatomischer und physiologischer, ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung zu werfen.

Wenn wir das Phronema als das eigentliche „Seelenorgan" im engeren Sinne, d. h. als das zentrale Werkzeug des Denkens und Erkennens, der Ver-

nunft und des Bewußtseins, auffassen, so können wir in den Vordergrund unserer Betrachtung den Satz stellen, daß der physiologischen, allgemein angenommenen Einheit des Denkens und Bewußtseins auch eine anatomische Einheit seines Organs entspricht. Da wir diesem Phronema eine höchst verwickelte anatomische Zusammensetzung zuschreiben, ist es gestattet, dasselbe als einen psychischen Organapparat zu bezeichnen, in demselben Sinne, in welchem wir das Auge als einen zweckmäßig zusammengesetzten Sehapparat auffassen. Allerdings stehen wir ja erst im Beginn der feineren anatomischen Analyse des Phronema und können dessen Gebiet noch nicht scharf gegen die angrenzenden sensorischen und motorischen Bezirke abgrenzen. Auch ist es den vervollkommneten Hilfsmitteln der modernen Histologie, den verbesserten Mikroskopen und Plasmafärbungsmethoden, erst in geringem Grade gelungen, in den Wunderbau der Phronetalzellen und ihre verwickelte Gruppierung einzudringen. Aber so viel haben wir doch in dessen Erkenntnis gewonnen, daß wir ihn als die vollkommenste Zellenmaschinerie und überhaupt als das höchste Entwicklungsprodukt des organischen Lebens ansehen können. Millionen von höchst differenzierten Phronetalzellen stellen die einzelnen Stationen dieses Telegraphensystems dar und Milliarden feinster Nervenfibrillen die Leitungsdrähte, welche diese Stationen untereinander und mit den sensiblen Sinnesherden einerseits, den motorischen Zentren anderseits verbinden. Die vergleichende Anatomie lehrt uns ferner die lange Stufenleiter der Ausbildung kennen, welche das Phronema innerhalb der höheren Wirbeltierklassen durchlaufen hat, von den Amphibien und Reptilien aufwärts zu den Vögeln und Säugetieren, und innerhalb dieser letzteren Klasse von den Monotremen und Marsupialien hinauf zu den Affen und Menschen. Das menschliche Gehirn erscheint uns somit heute als das größte Lebenswunder, welches das Plasma, die „lebendige Substanz", im Laufe vieler Jahrmillionen zu stande gebracht hat.

Die bewunderungswürdigen Fortschritte, welche die anatomische und histologische Gehirnforschung in den letzten Dezennien gemacht hat, konnten zwar noch nicht zu einer scharfen räumlichen Abgrenzung des Phronema führen und seine Beziehungen zu den benachbarten sensorischen und motorischen Bezirken der Großhirnrinde nicht vollkommen klar stellen. Auch müssen wir annehmen, daß auf den niederen Stufen der Wirbeltierseele noch keine scharfe Abgrenzung besteht; auf den älteren, phylogenetisch weiter zurückliegenden Stufen waren dieselben noch nicht differenziert. Auch jetzt noch bestehen Übergänge zwischen den Ästhetalzellen und Phronetalzellen. Aber wir dürfen mit Sicherheit hoffen, daß die weiteren Fortschritte der vergleichenden Gehirnmorphologie diese verwickelten Strukturverhältnisse, unterstützt durch deren Keimesgeschichte, immer mehr aufklären werden. Jedenfalls ist die fundamentale Tatsache jetzt empirisch sichergestellt, daß das Phronema (als das wahre „Seelenorgan") einen räumlich begrenzten Teil der Großhirnrinde bildet, und daß ohne dasselbe keine Vernunfttätigkeit, also auch kein „Geistesleben", kein „Denken", keine „Erkenntnis" zustande kommen kann.

Da wir die gesamte Psychologie nur als einen Zweig der Physiologie betrachten und sämtliche Erscheinungen des Seelenlebens von demselben monistischen Standpunkte wie die übrigen Lebenstätigkeiten ansehen, versteht es sich von selbst, daß wir auch für die „Erkenntnis" und die Vernunft keine Ausnahme machen. Damit stellen wir uns in prinzipiellen Gegensatz zu der herrschenden Schulpsychologie, welche die Psychologie nicht als „Naturwissenschaft", sondern nur als „Geisteswissenschaft" gelten läßt; wir werden im nächsten Kapitel diesen üblichen Gegensatz als völlig unberechtigt dartun. Leider wird auch von einzelnen modernen und sehr angesehenen Physiologen, die im übrigen ganz monistisch denken, dieser dualistische Standpunkt noch festgehalten und die „Seele" im Sinne von Descar-

tes als ein „übernatürliches Wesen" angesehen. Bei dem scharfsinnigen Descartes (— einem Jesuitenzögling! —) konnte dieser Dualismus noch insofern gerechtfertigt werden, als er ihn nur für den Menschen behauptete, die Tiere dagegen für seelenlose Maschinen ansah. Ganz absurd erscheint derselbe aber bei den modernen Physiologen, welche aus unzähligen Beobachtungen und Experimenten wissen, daß sich das Gehirn als „Seelenorgan" beim Menschen genau ebenso verhält, wie bei den übrigen Säugetieren, und zunächst den Primaten. Erklärbar wird dieser paradoxe Dualismus einiger Physiologen und Psychiater einerseits durch die falsche Erkenntnistheorie, zu der sie sich durch die große Autorität von Kant, Hegel usw. haben verleiten lassen, anderseits durch die Rücksicht auf den herrschenden Glauben an Unsterblichkeit, und die Furcht als „böse Materialisten" verschrieen zu werden. Da wir diese Furcht nicht teilen, untersuchen und beurteilen wir die physiologische Arbeit der Phroneten ebenso unbefangen wie die der Sinnesorgane und Muskeln; wir finden, daß die ersteren ebenso wie die letzteren dem allmächtigen Substanzgesetze unterworfen sind. Als eigentliche Faktoren der Erkenntnis, wie aller anderen Seelentätigkeiten, müssen wir dann die chemischen Vorgänge in den Ganglienzellen der Großhirnrinde betrachten. Die Chemie des Neuroplasma bedingt die Geistestätigkeiten des Phronema. Dasselbe gilt auch für die vollkommenste und rätselhafteste Funktion desselben, für das Bewußtsein. Obgleich dieses große „Lebenswunder" uns unmittelbar nur durch die introspektive Methode zugänglich wird, durch die „Spiegelung der Erkenntnis in der Erkenntnis", führt uns doch die vergleichende Methode der Psychologie zu der sicheren Überzeugung, daß das hochgesteigerte „Selbstbewußtsein des Menschen" sich nur quantitativ, nicht qualitativ von demjenigen der Affen, Hunde, Pferde und anderer höheren Säugetiere unterscheidet.

Pathologie des Phronema. Die stärkste Unterstüt-

zung erhält unsere monistische Auffassung vom Wesen und „Sitze der Seele" durch die Psychiatrie, die „Wissenschaft von den Geisteskrankheiten". Ein alter Satz der wissenschaftlichen Medizin lautet: „Pathologia physiologiam illustrat", die Lehre von den Krankheiten erläutert die Kenntnis der gesunden Lebenstätigkeit. Dieser Satz gilt von den Erkrankungen der Seele in ganz besonderem Maße; denn sie sind alle auf Veränderungen von Gehirnteilen zurückzuführen, welche im normalen Zustande bestimmte Funktionen vollziehen. Die Lokalisation der Erkrankung auf einen bestimmten Bezirk des Phronema vermindert oder vernichtet die normale Geistestätigkeit, die durch diesen Bezirk vermittelt wurde. So zerstört die Erkrankung des Sprachzentrums, das im Insellappen und dessen Nachbarteil liegt, die Sprache; die Zerstörung der Sehregion (im Hinterhauptslappen) vernichtet das Sehvermögen; diejenige des Schläfenlappens das Gehör. Die Natur selbst führt hier feine Experimente aus, die der Physiologe bei seinen künstlichen Versuchen nur teilweise oder gar nicht anzustellen imstande ist. Wenn es bisher auch nur bei einem Teile der Geistestätigkeiten gelungen ist, auf diesem Wege ihre funktionelle Abhängigkeit von dem betreffenden Organe des Großhirns nachzuweisen, so zweifelt doch heute kein unbefangener Arzt mehr daran, daß dasselbe auch für alle anderen Teile gilt. Jede besondere Geistesarbeit ist bedingt durch die normale Beschaffenheit des betreffenden Gehirnteils, eines Bezirks des Phronema. Schlagende Beweise dafür liefern die zahlreichen Idioten, Kretinen und Mikrozephalen, jene armseligen Menschen, bei denen das Großhirn mehr oder weniger verkümmert ist, und die daher auf einer niederen tierischen Entwicklungsstufe der Seelentätigkeit zeitlebens stehen bleiben. Diese verkümmerten Menschen würden bemitleidenswert sein, wenn sie klares Bewußtsein ihres elenden Zustandes hätten; indessen ist das nicht der Fall. Sie gleichen Wirbeltieren, deren Großhirn man experimentell teil-

weise oder ganz entfernt hat; diese können lange Zeit am Leben bleiben, künstlich ernährt werden und automatische oder reflektive, zum Teil zweckmäßige Bewegungen ausführen, ohne daß eine Spur von Bewußtsein, Vernunft oder sonstiger höherer „Geistestätigkeit" dabei bemerkbar wird.

Die Entwicklungsgeschichte der Seele beim Kinde, die Ontogenie des Geistes, ist zwar seit Jahrtausenden den Menschen im allgemeinen bekannt und Gegenstand lebhaften Interesses bei allen aufmerksamen Eltern, Lehrern und Pädagogen gewesen. Aber eine strengere wissenschaftliche Untersuchung dieser merkwürdigen und wichtigen Erscheinung ist erst neuerdings begonnen worden (1882 W. Preyer: über „die Seele des Kindes; Beobachtungen über die geistige Entwicklung des Menschen in den ersten Lebensjahren"; 4. Aufl. 1895; 1884 Kußmaul „Untersuchungen über das Seelenleben des neugeborenen Menschen"). Aus den sorgfältigen Tagebüchern, welche diese und andere neuere Beobachter geführt haben, ergibt sich, daß das neugeborene Kind nicht nur kein Bewußtsein und keine Vernunft besitzt, sondern auch taub ist und die Tätigkeit der Sinne und der Denkherde erst allmählich entwickelt. Erst im Verkehr mit der Außenwelt beginnt eine dieser Tätigkeiten nach der anderen sich auszubilden, ebenso das Sprechen, Lächeln usw.; später erst kommen die Assozionen, das Bilden von Begriffen und Worten usw. Diesen physiologischen Tatsachen entsprechen die neueren anatomischen Beobachtungen; beide zusammen überzeugen uns, daß das Phronema beim Neugeborenen überhaupt noch nicht entwickelt ist; man kann also auch von einem „Sitz der Seele" hier ebenso wenig sprechen, als von einem „menschlichen Geiste", als Inbegriff des Denkens und Erkennens, des Begreifens und Bewußtseins. Es kann daher auch die Tötung von neugeborenen verkrüppelten Kindern, wie sie z. B. die Spartaner behufs der Selektion der Tüchtigsten übten, vernünftigerweise gar nicht unter den Begriff des „Mordes"

fallen, wie es noch in unseren modernen Gesetzbüchern geschieht. Vielmehr müssen wir dieselbe als eine zweckmäßige, sowohl für die Beteiligten wie für die Gesellschaft nützliche Maßregel billigen. Wie der ganze Verlauf der Keimesgeschichte nach unserem biogenetischen Grundgesetze eine abgekürzte Wiederholung der Stammesgeschichte ist, so gilt dies auch für die Psychogenesis, für die Entwicklung der „Seele" und ihres Organs, des Phronema.

Für unsere Kenntnis von der Stammesgeschichte der Seele ist nächst ihrer Keimesgeschichte vor allem die vergleichende Psychologie von höchster Bedeutung. Denn innerhalb der Wibeltierreihe finden wir noch heute nebeneinander eine lange Reihe von Entwicklungsstufen, die uns von den niedersten Akranien und Zyklostomen zu den Fischen und Dipneusten, von diesen zu den Amphibien, und von diesen weiterhin zu den Amnioten führen. Unter letzteren zeigen uns wieder die verschiedenen Ordnungen der Reptilien und Vögel einerseits, der Säugetiere anderseits, wie sich allmählich Schritt für Schritt die höheren Seelentätigkeiten aus den niederen entwikkelt haben. Dieser psychologischen Skala entspricht genau die morphologische, welche uns die vergleichende Anatomie des Gehirns aufweist. Der interessanteste und wichtigste Teil derselben betrifft die höchst entwickelte Säugetierklasse; denn innerhalb derselben begegnen wir abermals einer langen aufsteigenden Stufenleiter. Auf derem höchsten Gipfel stehen die Primaten (der Mensch, die Affen und Halbaffen), ferner die Raubtiere, ein Teil der Huftiere und der übrigen Plazentalien. Ein weiter Abstand scheint diese vernünftigsten Mammalien von den niederen Zottentieren, den Beuteltieren und Monotremen zu trennen; bei diesen letzteren fehlt noch die hohe quantitative und qualitative Ausbildung des Phronema, die wir bei den ersteren antreffen; und doch sind noch alle Zwischenstufen zwischen den ersteren und letzteren nachzuweisen. Die allmähliche Ausbildung des Großhirns und seines wichtigsten

Teiles, des Phronema, fand innerhalb der Tertiärzeit statt, deren Länge jetzt von manchen neueren Geologen auf 12—15 (mindestens aber auf 3—5) Millionen Jahre geschätzt wird.

Da ich die wichtigsten Ergebnisse der neueren Gehirnforschung und ihre fundamentale Bedeutung für die Psychologie und Erkenntnistheorie bereits im 6. bis 9. Kapitel der „Wl." eingehend erörtert habe, kann ich hier darauf verweisen. Nur einen Punkt möchte ich noch kurz beleuchten, da er von meinen Gegnern neuerdings mit ganz besonderem Eifer angegriffen wird. Ich hatte mich dort mehrfach auf die Werke des ausgezeichneten englischen Zoologen John Romanes berufen, welche „die geistige Entwicklung im Tierreich und beim Menschen" objektiv vergleichend behandeln und zugleich die betreffenden Arbeiten von Darwin in sich aufgenommen haben. Nun hat Romanes später, kurz vor seinem Tode, seine konsequent und klar durchgeführten monistischen Überzeugungen teilweise widerrufen und sich zu mystisch-religiösen Ansichten bekehrt. Als diese Konversion zuerst durch einen seiner Freunde, einen glaubenseifrigen englischen Theologen (Gore) bekannt wurde, lag es nahe, an eine Mystifikation des letzteren zu denken; denn bekanntlich haben die fanatischen Verteidiger des kirchlichen Aberglaubens niemals Bedenken getragen, die Wahrheit in ihr Gegenteil zu verkehren, wenn es die Rettung ihres Dogmas gilt. Die bewußte Lüge und der absichtliche Betrug gelten als heilig und verdienstlich, wenn sie „zu Ehren Gottes" geschehen. Indessen hat sich später herausgestellt, daß es sich in diesem Falle (— ähnlich wie beim alten Baer —) wirklich um eine jener interessanten psychologischen Metamorphosen handelte, die ich im 6. Kapitel der „Wl." besprochen habe. Romanes war in den letzten Jahren kränklich, zuletzt sehr leidend, und durch den Tod geliebter Verwandter in tiefste Trauer versetzt. In diesem Zustande tiefer Depression und Melancholie unterlag er mystischen Einflüssen, die ihm

durch den Glauben an transszendente Wunder Trost und Beruhigung versprachen. Daß durch diese pathologische Schwäche und die daraus folgende Konversion seine früheren monistischen Lehren nicht erschüttert werden, braucht für unbefangene und kritische Leser nicht besonders hervorgehoben zu werden. Wie in ähnlichen Fällen, wo tiefe Gemütserregungen, schmerzliche Erfahrungen und freudige Hoffnungen die klare Urteilskraft der reinen Vernunft trüben, ist daran festzuhalten, daß letztere allein und nicht irgend welche Gemütsbewegung oder übernatürliche Offenbarung zur Erkenntnis der Wahrheit führen kann. Für diese unbefangene reine Vernunft-Erkenntnis ist aber die normale Beschaffenheit ihres Organs, des Phronema, die erste Vorbedingung.

Unter allen Lebenswundern kann das Bewußtsein noch heute als das größte und erstaunlichste angesehen werden. Allerdings sind gegenwärtig die meisten Physiologen davon überzeugt, daß auch das Bewußtsein des Menschen, gleich allen anderen Geistestätigkeiten, eine Funktion des Gehirns und auf physikalische und chemische Prozesse in den Zellen der Großhirnrinde zurückzuführen ist. Aber trotzdem teilen immer noch einzelne Biologen die Ansicht der herrschenden Metaphysik, daß dieses „psychologische Zentralmysterium" ein unlösbares Welträtsel bleibt und überhaupt keine Naturerscheinung ist. Dem gegenüber möchte ich auf die monistische Theorie des Bewußtseins verweisen, die ich im 10. Kapitel der „Welträtsel" gegeben habe, und dabei ganz besonders betonen, daß uns auch hier die Entwicklungsgeschichte als der „wahre Lichtträger" zum natürlichen Verständnis der Erscheinung führt. Unter allen übrigen Lebenswundern steht das Sehen in mancher Beziehung dem Bewußtsein am nächsten. Die wohlbekannte Entwicklungsgeschichte des Auges lehrt uns, wie das Sehen, d. h. die Wahrnehmung von Bildern der Außenwelt, sich als ein neues Lebenswunder aus der einfachen Lichtempfindung niederer Tiere (— und zwar durch Ausbildung einer licht-

brechenden Linse! —) stufenweise entwickelt hat. In ähnlicher Weise hat sich die bewußte Psyche, eine innere Spiegelung der eigenen Seelenarbeit, als ein neues Lebenswunder aus der unbewußten Assoziationsarbeit im Phronema unserer älteren Wirbeltierahnen entwickelt.

Aus der eingehenden und unbefangenen Würdigung der angeführten Biologie des Phronema ergibt sich, daß die Erkenntnis der Wahrheit, das Ziel aller Wissenschaft, ein physiologischer Naturprozeß ist und daß dieser, gleich allen anderen, ohne seine Organe gar nicht vorgestellt werden kann. Diese Organe sind uns durch die Fortschritte der Biologie im letzten halben Jahrhundert so weit bekannt geworden, daß wir im allgemeinen eine befriedigende Vorstellung vom natürlichen Wesen ihrer Organisation und Wirksamkeit besitzen, obgleich wir im einzelnen von einer vollständigen anatomischen und physiologische Einsicht in ihre Teile noch sehr weit entfernt sind. Als wichtigsten Gewinn unserer bezüglichen Studien stellen wir die Überzeugung fest, daß alle Erkenntnisse ursprünglich a posteriori erworben wurden und aus der Erfahrung stammen, und daß ihre Urquellen die Empfindungen unserer Sinnesorgane sind. Wie diese letzteren — (als peripherische Seelenorgane) — so ist auch das Phronema als zentrales Seelenorgan (der sogenannte „Sitz der Seele") dem Substanzgesetze unterworfen, und die Tätigkeit des Phronema ist ebenso wie die der Sinnesorgane stets auf physikalische und chemische Vorgänge in der Substanz zurückzuführen.

In prinzipiellem Gegensatze zu unserer monistischen und physikalisch begründeten Erkenntnislehre nimmt die herrschende dualistische Metaphysik an, daß unsere Erkenntnisse nur teilweise empirisch, a posteriori durch die Erfahrung erworben, zum anderen Teile aber ganz unabhängig davon und a priori durch die ursprüngliche Beschaffenheit unseres „immateriellen" Geistes ermöglicht sind. Die gewaltige Autorität von Kant hat dieser mystischen und supra-

naturalistischen Anschauung das größte Ansehen verliehen, und noch gegenwärtig bemühen sich die herrschenden Philosophenschulen, ihr dauernde Geltung zu verschaffen. Der „Rückgang auf Kant" wird als das einzige Mittel zur Rettung der Philosophie gepriesen, während nach unserer Überzeugung dies im „Rückgang auf die Natur" liegt. In Wahrheit ist der vielgerühmte Rückgang auf Kant und seine zwiespältige Erkenntnistheorie zum irreführenden „Krebsgang der Philosophie" geworden. Für unsere heutigen Metaphysiker ist das Gehirn noch ebenso wie für Kant vor 120 Jahren eine unheimliche, weißgraue, breiartige Masse, deren Bedeutung als „Instrument des Geistes" höchst rätselhaft und unbekannt bleibt. Für unsere moderne Biologie hingegen ist das Gehirn der größte Wunderbau der Natur, zusammengesetzt aus unzähligen „Seelenzellen" oder Neuronen; diese besitzen einen höchst verwickelten feineren Bau, sind in tausendfach sich kreuzenden Nervenbahnen zu einem großartigen „Seelenapparat" verbunden und dadurch zu den höchsten Geistesarbeiten befähigt.

Zweites Kapitel

LEBEN

Organismen und Anorgane. Zellen und Kristalle. Lebenskraft und Energie. Vitalismus und Mechanismus.

Indem wir uns in diesem Buche die kritische Betrachtung der „Lebenswunder" und die Erkenntnis der Wahrheit von denselben zur Aufgabe stellen, müssen wir zunächst den Begriff des „Lebens" und sodann den des „Wunders" scharf ins Auge fassen. Seit Jahrtausenden kennt der Mensch den Unterschied zwischen Leben und Tod, zwischen lebendigen und leblosen Naturkörpern; die ersteren werden als „Lebewesen oder Organismen" bezeichnet, die letzteren als anorganische Körper oder kurz „Anorgane". Die Wissenschaft, die sich mit der Erkenntnis der Organismen beschäftigt, nennen wir Biologie (im weitesten Sinne!); die Wissenschaft, welche sich mit den leblosen oder anorganischen Körpern beschäftigt, kann man im Gegensatze dazu Abiotik (Abiologie oder Anorgik) nennen. Der auffallendste Unterschied zwischen beiden großen Reichen besteht darin, daß die Organismen eigentümliche, periodisch sich wiederholende, scheinbar spontane Bewegungen zeigen, die den Anorganen (Mineralien) zu fehlen scheinen. Das Leben selbst wird daher als ein eigentümlicher Bewegungsvorgang aufgefaßt; neuere Erkenntnis hat gezeigt, daß dieser stets an eine besondere chemische Substanz, das Plasma, gebunden ist und im Wesentlichen auf einem Stoffwechsel derselben beruht. Zugleich hat uns aber die moderne Naturerkenntnis überzeugt, daß die früher angenom-

mene scharfe Trennung von Organismen und Anorganen nicht aufrecht zu erhalten ist, vielmehr beide Reiche im tiefsten Wesen untrennbar verknüpft sind.

Unter allen Erscheinungen der anorganischen Natur, die man mit dem organischen Lebensprozeß vergleichen kann, ist keine so äußerlich ähnlich und so innerlich verwandt, wie die Flamme. Diesen bedeutungsvollen und wichtigen Vergleich stellte schon vor 2400 Jahren einer der größten unter den geistreichen ionischen Naturphilosophen an, Heraklit von Ephesos, — derselbe große Denker, der zuerst den Grundgedanken der Entwicklungstheorie mit den zwei Worten aussprach: „Panta rhei" — Alles fließt! Die ganze Welt ist in ewigem Flusse begriffen. Heraklit erkannte scharfsinnig das Leben als „Feuer", d.h. als einen eigentümlichen Verbrennungsprozeß — und verglich danach den Organismus mit einer Fackel. Neuerdings hat besonders Max Verworn in seiner trefflichen allgemeinen Physiologie auf das Zutreffende dieses Vergleiches wiederholt hingewiesen und hat ihn im einzelnen an dem Vergleich der individuellen Lebensform mit der bekannten Schmetterlingsform einer Gasflamme erläutert.

In dem Sinne, in dem gewöhnlich die Wissenschaft das Wort Organismus gebraucht, und in dem wir es auch hier verwenden, ist der Begriff gleichbedeutend mit „Lebewesen" oder „lebendigem Naturkörper". Den Gegensatz dazu bildet im weitesten Sinne das Anorgan, der „leblose oder anorganische" Naturkörper. Der Inhalt des Begriffes Organismus ist also in diesem Sinne ein physiologischer und wird wesentlich durch die sichtbare Lebenstätigkeit des Körpers bestimmt, durch den Stoffwechsel, die Ernährung und Fortpflanzung.

Nun finden wir aber bei der großen Mehrzahl der Organismen, wenn wir ihren Körperbau näher untersuchen, daß derselbe aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt ist und daß diese in zweckmäßiger Weise zusammengefügt sind, um die Lebensaufgabe zu erreichen. Diese Körperteile nennen wir Organe

und die Art ihrer scheinbar planmäßigen Zusammenfügung Organisation. Wir vergleichen in dieser Beziehung den Organismus einer Maschine, in welcher der Mensch ebenfalls verschiedene, (aber leblose) Körperteile zweckmäßig zusammengefügt hat, jedoch nach einem bestimmten und vorbedachten, seiner Verstandestätigkeit oder Intelligenz entsprungenen Plane.

Dieser beliebte Vergleich des Organismus mit einer Maschine hat zu vielen und schweren Irrtümern in der Beurteilung des ersteren geführt und ist namentlich neuerdings zum Grundstein falscher dualistischer Prinzipien geworden. Die „moderne Maschinentheorie des Lebens", die sich darauf stützt, verlangt für die Entstehung des Organismus ebenso einen „vernünftigen Bauplan" und einen zweckmäßig bauenden „Maschineningenieur", wie er tatsächlich für die Entstehung und Wirkung der Maschine im „vernünftigen Menschen" gegeben ist. Mit besonderer Vorliebe wird dabei der Organismus mit einer Taschenuhr oder mit einer Lokomotive verglichen. Für den geregelten Gang eines solchen komplizierten Kunstwerks ist die genaueste Berechnung des Zusammenwirkens aller Teile erforderlich, und die geringste Verletzung eines kleinen Rädchens genügt, um den Gang der Uhr zu zerstören. Dieser Vergleich ist namentlich von Louis Agassiz (1858) ausgebeutet worden, der in jeder Tier- und Pflanzenart einen „verkörperten Schöpfungsgedanken Gottes" findet. In neuester Zeit hat ihn besonders Reinke oft angewendet, um seinen theosophischen Dualismus zu stützen; er bezeichnet „Gott" oder die „Weltseele" mit Vorliebe als die „kosmische Intelligenz", schreibt aber diesem mystischen immateriellen Wesen ganz dieselben Eigenschaften zu, welche man im Schulunterricht und in schönen Predigten dem „lieben Gott" als „Schöpfer Himmels und der Erde" andichtet. Die menschliche Intelligenz, die der Uhrmacher auf das verwickelte Räderwerk der Uhr verwendet hat, vergleicht Reinke mit der „kosmischen

Intelligenz", die Gott der Schöpfer in den Organismus gelegt hat, und betont dabei besonders die Unmöglichkeit, ihre zweckmäßige Organisation aus ihrer materiellen Beschaffenheit ableiten zu können.

Dabei übersieht er ganz den gewaltigen Unterschied der „rohen Materie" in beiden Körpern. Die „Organe" der Taschenuhr sind Metallteile, die bloß vermöge ihrer physikalischen Beschaffenheit (Härte, Elastizität usw.) ihren Zweck erfüllen. Die „Organe" des lebendigen Organismus hingegen leisten ihre Arbeit in erster Linie vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung; ihr weicher Plasmakörper ist ein chemisches Laboratorium, dessen höchst komplizierte Molekularstruktur das historische Produkt von unzähligen verwickelten Prozessen der Vererbung und Anpassung darstellt. Diese unsichtbare und hypothetische Molekularstruktur darf aber nicht — wie noch oft geschieht — mit der realen und mikroskopisch sichtbaren Plasmastruktur verwechselt werden, die für die Frage von der Organisation von höchster Wichtigkeit ist. Wenn man auch für jene bedeutungsvolle Molekularstruktur einer einfachen chemischen Substanz einen zweckmäßigen Bauplan und als ihre Ursache eine „intelligente Naturkraft" („Dominante") annehmen will, dann darf man sie in gleicher Weise auch dem Schießpulver zuschreiben, in dem die Moleküle von Holzkohle, Schwefel und Salpeter „zweckmäßig" verbunden sind, um eine Explosion zu bewirken. Bekanntlich wurde aber das Schießpulver nicht scharfsinnig vorbedacht, sondern durch einen zufälligen Versuch „erfunden". Die ganze vielbeliebte „Maschinentheorie des Lebens" und die weitreichenden, darauf gegründeten dualistischen Schlüsse werden hinfällig, wenn wir sie auf die einfachsten uns bekannten Organismen anwenden wollen, die Moneren; denn diese sind in Wahrheit „Organismen ohne Organe" — und ohne Organisation!

In meiner Generellen Morphologie habe ich (1866) versucht, die Aufmerksamkeit der Biologen auf jene einfachsten und niedrigsten Organismen zu lenken,

die weder eine sichtbare Organisation noch eine Zusammensetzung aus verschiedenen Organen erkennen lassen; ich schlug damals vor, sie unter dem Begriffe der Moneren zusammenzufassen. Je länger ich seitdem über diese strukturlosen Lebewesen — Zellen ohne Zellkern! — nachgedacht habe, desto größer ist mir ihre Bedeutung für die wichtigsten Fragen der Biologie erschienen, für das Problem der Urzeugung, das Wesen des Lebens usw. In merkwürdigem Gegensatze hierzu werden diese ältesten Urwesen noch heute von den meisten Biologen ignoriert oder beiseite geschoben; O. Hertwig widmet ihrer Erwähnung in seinem 300 Seiten starken Buche über die Zelle und die Gewebe eine einzige Seite; er bezweifelt die Existenz von „kernlosen Zellen"; Reinke, der selbst den sicheren Nachweis kernloser Zellen bei Bakterien (Beggiatoa) geliefert hat, geht auf deren allgemeine Bedeutung gar nicht ein. Bütschli, der meine monistische Auffassung des Lebens teilt und dafür selbst durch seine eingehenden Untersuchungen über Plasmastrukturen und deren künstliche Erzeugung in Ölseifenschäumen wertvolle Beweise geliefert hat, glaubt gleich vielen anderen Autoren, daß „die Zusammensetzung auch des einfachsten Elementarorganismus aus Zellkern und Protoplasma" (— den Urorganen der Zelle —) unerläßlich sei. Diese und andere Autoren meinen, daß in den von mir beschriebenen Moneren der im Protoplasma eingeschlossene Kern nur übersehen worden sei. Das mag für einen Teil derselben richtig sein; allein den anderen Teil, in welchem der Zellkern sicher fehlt, übergehen sie mit Stillschweigen. Dahin gehören vor allen die merkwürdigen Chromaceen (Phycochromaceen oder Cyanophyceen), insbesondere deren einfachste Formen, die Chroococcaceen, sowie die nahe verwandten Bakterien. Diese plasmodomen Moneren, die in Wahrheit auf der Grenze der organischen und anorganischen Welt stehen, sind keineswegs selten oder besonders schwierig zu untersuchende Organismen, sondern sie sind überall ver-

breitet und leicht zu beobachten; sie werden aber grundsätzlich ignoriert, weil sie nicht zu dem herrschenden Zellendogma passen!

Unter allen von mir angeführten Moneren schreibe ich den Chromaceen deshalb die höchste Bedeutung zu, weil ich sie für die phyletisch ältesten und primitivsten von allen bekannten, jetzt noch lebenden Organismen halte. Insbesondere ihre einfachsten Formen entsprechen faktisch allen Anforderungen, welche eine monistische Biologie theoretisch an die „Übergänge von den anorganischen zu den organischen Naturkörpern" stellen kann. Von den Chroococcaceen sind Chroococcus, Gloeocapsa usw. über die ganze Erde weit verbreitet; sie bilden dünne, meistens blaugrün gefärbte Häute oder gallertige Überzüge über feuchte Felsen, Steine, Baumrinden usw. Untersucht man ein kleines Stückchen einer solchen Gallerthaut sorgfältig unter starker Vergrößerung, so findet man weiter nichts als Tausende von kleinen blaugrünen Plasmakügelchen, die regellos in der gemeinsamen, strukturlosen, von ihnen ausgeschiedenen Gallertmasse zerstreut sind. Bei einigen Arten ist eine dünne strukturlose Membran als äußere Hülle der homogenen Plasmakugel zu erkennen; ihre Entstehung läßt sich rein physikalisch durch „Oberflächenenergie" erklären (— wie die festere Oberflächenschicht des Regentropfens oder der in Wasser schwimmenden Ölkugel —). Andere Arten scheiden geschichtete homogene Gallerthüllen aus — ein rein chemischer Prozeß. Bei einigen Chromaceen ist der blaugrüne Farbstoff (Phycocyan) in der Rindenschicht der Plasmakugel abgelagert, während die Markschicht farblos ist, ein sogenannter „Zentralkörper". Indessen ist der letztere keineswegs ein echter, chemisch verschiedener und morphologisch gesonderter Zellkern; ein solcher fehlt vollständig. Die ganze Lebenstätigkeit dieser einfachen, bewegungslosen Plasmakugel beschränkt sich auf ihren Stoffwechsel (Plasmodomie, Kap. 10) und das damit verbundene Wachstum; überschreitet dieses letztere eine

gewisse Schwelle, so zerfällt die homogene Kugel in zwei gleiche Hälften (wie eine fallende Quecksilberkugel). Diese einfachste Form der Fortpflanzung teilen die Chromaceen (— und ebenso die verwandten Bakterien —) mit den Chromatellen oder Chromatophoren, den grünen Chlorophyllkörnern im Inneren gewöhnlicher Pflanzenzellen; diese sind aber nur Teile einer Zelle! Bei unbefangener Beurteilung kann man also diese kernlosen, selbständig lebenden Plasmakörner überhaupt nicht mit echten (kernhaltigen) Zellen vergleichen, sondern muß sie unter dem Begriffe der Cytoden ihnen gegenüberstellen. Von diesen anatomischen und physiologischen Tatsachen kann sich jeder unbefangene Beobachter leicht an den überall vorkommenden Chromaceen überzeugen. Der Organismus der einfachsten Chromaceen ist wirklich nichts anderes, als ein strukturloses kugeliges Plasmakorn; eine Zusammensetzung aus verschiedenen Organen (oder Organellen), die für einen bestimmten Lebenszweck zusammen wirken, ist nicht nachzuweisen. Eine derartige Zusammensetzung oder Organisation würde hier auch gar keine Bedeutung haben, da der einzige Lebenszweck dieser strukturlosen Plasmakugeln die Selbsterhaltung ist. Diese wird in einfachster Weise für das Individuum erreicht durch den Stoffwechsel, einen rein chemischen Vorgang; für die Spezies durch die Selbstteilung, die denkbar einfachste Art der Fortpflanzung.

Die modernen Histologen haben bei vielen höheren einzelligen Protisten und bei vielen Gewebezellen höherer Tiere und Pflanzen (z. B. Nervenzellen) eine sehr verwickelte, feinere Struktur nachgewiesen; sie schließen daraus unberechtigterweise, daß eine solche allgemein vorhanden sei. Nach unserer Überzeugung ist diese Komplikation im Bau des Elementarorganismus stets als eine sekundäre Erscheinung aufzufassen, als die langsam entstandene Folge von unzähligen phylogenetischen Differenzierungsprozessen, die im Laufe vieler Jahrmillionen durch „Anpassung" erworben und durch „Vererbung" auf die Nach-

kommen übertragen wurden. Die ältesten Ahnen aller dieser komplizierten kernhaltigen Zellen waren primär einfache, kernlose Cytoden, wie sie noch heute die überall verbreiteten Moneren darstellen. (Näheres hierüber in Kapitel 9 und 15.)

Der Mangel einer sichtbaren histologischen Struktur in dem kernlosen Plasmakörper der Moneren schließt natürlich den Bestand einer unsichtbaren molekularen Struktur nicht aus; im Gegenteil dürfen wir eine solche hypothetisch sicher annehmen, wie bei allen Eiweißverbindungen und insbesondere allen Plasmakörpern. Aber eine solche verwickelte chemische Struktur kommt auch vielen leblosen Naturkörpern zu, und einige von diesen besitzen sogar einen „Stoffwechsel", der demjenigen der einfachsten Organismen durchaus ähnlich ist; wir werden nachher bei Besprechung der Katalyse darauf zurückkommen. Schließlich ist es also einzig und allein die besondere Form dieses Stoffwechsels, die Plasmodomie oder „Kohlenstoffassimilation", welche die einfachsten Chromaceen von anorganischen Katalysatoren unterscheidet. Daß die ersteren die Kugelform annehmen, kann nicht als Zeichen eines morphologischen Lebensprozesses angesehen werden; denn auch Quecksilbertropfen und anorganische Flüssigkeitstropfen nehmen dieselbe einfachste Grundform an, wenn die homogene Substanz unter gewissen Bedingungen sich individualisiert. Ein Öltropfen, der in eine nicht mischbare Flüssigkeit von gleichem spezifischen Gewicht fällt (z. B. eine Mischung von Wasser und Weingeist) rundet sich alsbald zur Kugelform ab. Feste Anorgane nehmen statt dessen gewöhnlich die Kristallform an. Es bleibt also für die einfachste bekannte Form des Organismus, für die Plasmakugeln der Moneren, als Charakter weder eine anatomische Struktur, noch eine bestimmte Form, sondern einzig und allein die physiologische Funktion der Plasmodomie — also ein synthetischer chemischer Prozeß.

Der Unterschied zwischen den Moneren und irgendeinem höheren Organismus ist nach meiner An-

sicht in jeder Beziehung größer als die Differenz zwischen den organischen Moneren und den anorganischen Kristallen. Ja, selbst der Unterschied der kernlosen Moneren (als Zytoden) und der echten kernhaltigen Zellen kann im Prinzip als noch größer angesehen werden. Denn selbst bei der einfachsten echten Zelle finden wir doch schon den Gegensatz von zwei verschiedenen Organellen oder „Zellorganen", von dem inneren Zellkern und dem äußeren Zellenleib; das Karyoplasma des ersteren besorgt die Funktion der Fortpflanzung und Vererbung; das Cytoplasma des letzteren die Tätigkeit des Stoffwechsels, der Ernährung und Anpassung. Hier liegt also schon der erste, älteste und wichtigste Vorgang der Arbeitsteilung im einfachen Elementarorganismus vor. Bei den einzelligen Protisten entwickelt sich die Organisation um so höher, je weiter die Differenzierung der einzelnen Zellbestandteile fortschreitet; bei den gewebebildenden Histonen um so mehr, je größer die Arbeitsteilung der zusammensetzenden Organe wird. Die Zweckmäßigkeit im Bauplan derselben hat Darwin rein mechanisch durch seine Selektionstheorie erklärt.

Für die richtige monistische Auffassung der Organisation ist von großer Bedeutung die Unterscheidung der Individualität des Organismus in seinen verschiedenen Stufen der Zusammensetzung; wir wollen diese wichtige Frage, da über sie viele Unklarheit und Widersprüche bestehen, in einem besonderen Kapitel (7.) eingehend behandeln. Hier genügt es, darauf hinzuweisen, daß die einzelligen Lebewesen (Protisten) sowohl in morphologischer als in physiologischer Beziehung einfache Organismen darstellen. Dagegen ist das bei den Histonen, den „gewebebildenden" Tieren und Pflanzen, nur in physiologischer Hinsicht der Fall; in morphologischer Beziehung sind sie zusammengesetzt aus zahlreichen Zellen, die verschiedene Gewebe bilden. Diese Histonalindividuen werden im Pflanzenreiche als Sprosse, im Tierreiche als Personen bezeichnet. Auf einer

noch höheren Stufe der Organisation entsteht der Stock (Cormus), der wieder aus vielen Sprossen oder Personen zusammengesetzt ist, so der Baum und der Korallenstock. Während bei den festsitzenden Tierstöcken die sozialen Personen unmittelbar körperlich zusammenhängen und gemeinsame Ernährung haben, verbindet dagegen in den sozialen Gesellschaften der höheren Tiere das ideale Band der Interessengemeinschaft die frei sich bewegenden Personen; so bei den Bienenschwärmen, Ameisenstöcken, Säugetierherden usw. Diese „freien Gemeinden" werden auch oft als Tierstaaten bezeichnet; sie sind gleich den menschlichen Staaten „Organismen höchster Ordnung".

Der Begriff des Organismus sollte, um Mißverständnisse zu vermeiden, nur noch in dem Sinne gebraucht werden, wie es jetzt von den meisten Biologen geschieht, nämlich zur Bezeichnung des individuellen Lebewesens, dessen materielles Substrat das Plasma oder die „lebendige Substanz" bildet, d. h. eine stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung in festflüssigem Aggregatzustande. Dagegen führt es zu vielen Mißverständnissen, wenn man auch einzelne Funktionen oder Lebenstätigkeiten als Organismen bezeichnet, wie es z. B. häufig mit der Seele und mit der Sprache geschieht. Mit gleichem Rechte könnte man das Sehen oder das Laufen einen Organismus nennen. Ebenso sollte man es vermeiden, in wissenschaftlichen Abhandlungen auch anorganische Naturkörper oder Komplexe von solchen als Organismen zu bezeichnen, so z. B. das Meer oder die ganze Erde. Eine solche Bezeichnung, die auf einer rein symbolischen Vergleichung beruht, kann dagegen in der Dichtung sehr wohl angebracht sein. So kann die rhythmische Wellenbewegung des Meeres als seine Atmung, das Brausen desselben als seine Stimme poetisch verherrlicht werden. Manche Naturphilosophen (z. B. Fechner) fassen die ganze Erde mit allen organischen und anorganischen Bestandteilen zusammen als einen riesigen Organismus auf, dessen un-

zählige Organe die Weltvernunft (oder Gott) zweckmäßig zu einem harmonischen Ganzen gefügt hat. In ähnlicher Weise betrachtet der Physiologe Preyer die glutflüssigen Himmelskörper als „gigantische glühende Organismen, deren Atem vielleicht leuchtender Eisendampf, deren Blut flüssiges Metall, und deren Nahrung vielleicht Meteoriten waren". Wie gefährlich und irreführend solche poetische Verwendung des symbolischen Organismusbegriffes ist, zeigt sich gerade an diesem Beispiel, weil Preyer darauf eine ganz unhaltbare Hypothese der Urzeugung baute (vergl. Kap. 15).

In weiterem Sinne wird der Begriff organisch seit langer Zeit in der Chemie gebraucht, im Gegensatze zur anorganischen. Unter organischer Chemie versteht man allgemein die Chemie der Kohlenstoffverbindungen, und zwar deshalb, weil der Kohlenstoff von allen anderen Elementen (ungefähr siebzig an Zahl) sich durch sehr wichtige Eigenschaften unterscheidet; dahin gehört vor allem seine Fähigkeit, sich mit anderen Elementen in unendlich mannigfaltiger und wechselvoller Weise zu verbinden, besonders im Verein mit Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel die höchst zusammengesetzten Eiweißkörper aufzubauen usw. („Welträtsel", Kapitel 14). Der Kohlenstoff ist mithin das biogene Element im höchsten Sinne, wie ich in meiner Karbogentheorie 1866 auseinandergesetzt habe; er kann als der „Schöpfer der organischen Welt" bezeichnet werden. Im Organismus erscheinen diese organogenen Verbindungen zunächst noch nicht organisiert, d. h. in zweckmäßiger Weise auf verschiedene Organe verteilt; diese „Organisation" ist erst eine Folge des Lebensprozesses, nicht dessen „erste Ursache".

Die Überzeugung von der wesentlichen Einheit der organischen und anorganischen Natur, dem prinzipiellen „Monismus des Kosmos", ist für unsere ganze Weltanschauung von höchster Bedeutung; das habe ich schon im 14. Kapitel der „Wl." zu zeigen versucht, ausführlicher im 15. Vortrage der „Natürlichen

Schöpfungsgeschichte". Eine sehr eingehende Begründung dieses „kosmischen Monismus" hatte ich bereits 1866 gegeben, im 5. Kapitel der „Generellen Morphologie"; dort hatte ich das „Verhältnis der Organismen zu den Anorganen" nach allen Richtungen hin kritisch untersucht, indem ich einerseits ihre Unterschiede, andererseits ihre Übereinstimmung in bezug auf Stoffe, Formen und Kräfte vergleichend prüfte. Später hat namentlich Naegeli (1884) in seiner scharfsinnigen „Mechanisch-physiologischen Begründung der Abstammungslehre" in gleichem Sinne sich für die Einheit der Gesamtnatur ausgesprochen. In neuester Zeit hat dasselbe, vom monistischen Standpunkt seiner Energetik aus, Wilhelm Ostwald in seiner Naturphilosophie (1902) getan, besonders in der 16. Vorlesung; ohne meine früheren Darlegungen zu kennen, hat er in ganz gleicher Weise die physikochemischen Verhältnisse der organischen und anorganischen Naturkörper unbefangen verglichen, zum Teil unter Anführung derselben Beispiele aus dem lehrreichen Gebiete der Kristallisation; er ist ganz zu denselben monistischen Resultaten gelangt wie ich. Da die meisten Biologen dieselben fortdauernd ignorieren, und da namentlich der moderne Vitalismus diesen ihm verderblichen Betrachtungen stillschweigend aus dem Wege geht, will ich hier nochmals kurz ihre wichtigsten Ergebnisse in bezug auf Stoffe, Formen und Kräfte der Naturkörper zusammenfassen.

Die chemische Analyse beweist, daß in den Organismen durchaus keine anderen Elemente vorkommen als in den Anorganen. Die Zahl der unzerlegbaren Grundstoffe, die wir überhaupt unterscheiden können, beträgt nach den neuesten (teilweise noch nicht ganz sicheren) Untersuchungen zwischen 70 und 80; davon kommen aber in den Organismen ganz konstant nur jene fünf organogenen Elemente vor, die das Plasma zusammensetzen: Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel. Dazu treten meistens (aber nicht immer) noch fünf andere

Grundstoffe: Phosphor, Kalium, Kalzium, Magnesium und Eisen. Außerdem können aber auch gelegentlich noch andere Elemente in den lebendigen Körper eintreten. Es gibt jedoch kein einziges biologisches Element, keinen Grundstoff im Organismus, der nicht auch außerdem in der anorganischen Natur sich fände. Demnach können die eigentümlichen Merkmale, die den ersteren vor der letzteren auszeichnen, nur in der eigentümlichen Art der Verbindung der Elemente begründet sein. Hier ist es nun in erster Linie der Kohlenstoff, das „organogene Hauptelement", der vermöge seiner eigentümlichen Affinität die mannigfaltigsten und kompliziertesten Verbindungen mit anderen Elementen eingeht und die wichtigsten von allen Substanzen erzeugt, die Albumine oder Eiweißkörper, an ihrer Spitze das lebendige Plasma (Kap. 6).

Kristalloide und kolloidale Substanzen. Eine unerläßliche Bedingung für den Stoffwechsel, den wir „Leben" nennen, ist der physikalische Prozeß der Osmose, der mit dem wechselnden Wassergehalt der lebendigen Substanz und ihrem Diffusionsvermögen zusammenhängt. Das Plasma, das sich in gequollenem oder festflüssigen Aggregatzustande befindet, kann gelöste Substanzen von außen (durch Endosmose) aufnehmen und umgekehrt (durch Exosmose) nach außen abgeben. Dieses Quellungsvermögen (die „Imbibitionsenergie") des Plasma ist mit der kolloidalen Beschaffenheit der Eiweißverbindungen verknüpft. Wie Graham gezeigt hat, kann man alle gelösten Substanzen bezüglich ihrer Diosmose in zwei Gruppen einteilen: Kristalloide und Kolloide. Die Kristalloide (z. B. gelöste Salze und Zucker) gehen viel leichter durch eine poröse Scheidewand in Wasser über, als die Kolloide (z. B. Eiweiß, Leim, Gummi, Karamel). Deshalb kann man zwei Körper beider Gruppen, die in einer Lösung gemischt sind, leicht durch Dialyse voneinander trennen. Als Dialysator braucht man ein flaches Gefäß, dessen Seitenwand aus Hartkautschuk, dessen Boden aus Perga-

mentpapier besteht. Läßt man dieses Gefäß in einem größeren, viel Wasser enthaltenden Gefäße schwimmen und gießt nun in das äußere eine Mischung von gelöstem Gummi und Zucker hinein, so geht nach einiger Zeit fast aller Zucker durch das Pergamentpapier in das Wasser über, während eine fast reine Gummilösung im Dialysator zurückbleibt. Derartige Diffusionsprozesse oder Osmosen spielen im Leben aller Organismen die größte Rolle; sie sind aber keineswegs der lebendigen Substanz eigentümlich, ebensowenig als der gequollene oder weiche Aggregatzustand. Auch kann eine und dieselbe Substanz — sowohl organischer als anorganischer Natur — in beiden Zuständen vorkommen, als Kristall und als Kolloid. Eiweiß, das gewöhnlich kolloidal erscheint, bildet in vielen Pflanzenzellen (z. B. in den Aleuronkörnern des Endosperm) hexagonale Kristalle, in vielen Tierzellen (z. B. Blutkörpern der Säugetiere) tetraëdrische Hämoglobinkristalle; diese Albuminkristalle zeichnen sich dadurch aus, daß sie durch Wasseraufnahme ansehnlich aufquellen können, ohne ihre Gestalt zu verlieren. Anderseits ist die mineralische Kieselsäure, die als Quarz in sehr zahlreichen (über 160 verschiedenen) Kristallformen auftritt, unter Umständen fähig (als „Metakieselsäure") kolloidal zu werden und wie Leim gallertartige Massen zu bilden. Diese Tatsache ist um so interessanter, als auch sonst vielfach das Silizium (oder Kieselelement) sich sehr ähnlich dem Kohlenstoff verhält, gleich diesem vierwertig ist und ganz analoge Verbindungen bildet. Das amorphe (nicht kristallinische) Silizium (ein braunes Pulver) verhält sich zu den schwarzen metallglänzenden Kieselkristallen wie der amorphe Kohlenstoff zu den Graphitkristallen. Auch andere Substanzen können unter verschiedenen Bedingungen bald krystalloid, bald kolloidal erscheinen. So wichtig daher auch die Kolloidalstruktur für das Plasma, für den Stoffwechsel des Plasma erscheinen mag, so kann sie doch nicht als unterscheidendes Merkmal der „lebendigen Substanz" gelten.

Ebensowenig als in chemischer ist in morphologischer Beziehung ein durchgreifender Unterschied zwischen Organismen und Anorganen aufzustellen. Die wichtigen Moneren bilden auch hier die Verbindungsbrücke zwischen beiden Naturreichen. Das gilt ebenso von der inneren Struktur wie von der äußeren Gestalt beider Körpergruppen, ebenso von ihrer Individualität (7. Kapitel) wie von ihrer Grundform (8. Kapitel). Die anorganischen Kristalle entsprechen morphologisch den einfachsten (kernlosen) Formen der organischen Zellen. Allerdings erscheint die große Mehrzahl der Organismen schon deshalb so auffallend verschieden von den anorganischen Naturkörpern, weil sie aus vielen verschiedenen Teilen zusammengesetzt sind, die als „Organe" zu dem einheitlichen Lebenszwecke des Ganzen zusammenwirken. Allein bei den Moneren ist tatsächlich eine solche „Organisation" noch gar nicht vorhanden. Im einfachsten Falle (Chromazeen, Bakterien) sind sie strukturlose, kugelige, scheibenförmige oder stäbchenförmige Plasmaindividuen, die lediglich vermöge ihrer chemischen Konstitution (— also der unsichtbaren Molekularstruktur! —) ihre besondere Lebenstätigkeit ausüben.

Der Vergleich der Zellen mit den Kristallen wurde schon 1838 von den Begründern der Zellentheorie, Schleiden und Schwann, ausgeführt; er ist von den neueren Zytologen vielfach angegriffen worden und trifft nicht in jeder Beziehung zu; trotzdem ist er sehr wichtig, weil der Kristall die vollkommenste Form der anorganischen Individualität ist, weil er eine bestimmte innere Struktur und äußere Form besitzt, und weil er diese durch gesetzmäßiges Wachstum erlangt. Die äußere Form der Kristalle ist prismatisch und wird von geraden Flächen begrenzt, die sich unter bestimmten Winkeln schneiden. Dieselbe Form besitzen aber auch die Skelette mancher Protisten, namentlich der kieselschaligen Diatomeen und Radiolarien; ihre regelmäßigen Kieselschalen lassen ebenso eine genaue mathematische Bestimmung zu

wie die anorganischen Kristalle. Mittelbildungen zwischen organischen Plasmaprodukten und anorganischen Kristallen sind auch die Biokristalle, die durch die vereinigte plastische Tätigkeit des Plasma und der Mineralsubstanz entstehen, z. B. die kristallinischen Kiesel- und Kalkskelette vieler Spongien, Korallen usw. Durch gesetzmäßige Vereinigung vieler Kristalle entstehen ferner zusammengesetzte Kristallstöcke, die sich den Zoenobien von Protisten vergleichen lassen, z. B. die baumförmigen Eisblumen und Eisbäume an den gefrorenen Fensterscheiben. Der gesetzmäßigen äußeren Form der Kristalle entspricht auch eine bestimmte innere Struktur, die sich in ihrer Spaltbarkeit, dem blättrigen Bau, den polaren Achsenverhältnissen usw. kundgibt.

Wenn man den Begriff des Lebens nicht auf die eigentlichen Organismen beschränkt und als Funktion des Plasma betrachtet, so kann man in weiterem Sinne auch von einem Leben der Kristalle sprechen. Dieses äußert sich vor allem in ihrem Wachstum, als derjenigen Erscheinung, die schon Baer als wichtigsten Charakter aller individuellen Entwicklung bezeichnet hat. Wenn ein Kristall in einer Mutterlauge entsteht, so geschieht dies durch Massenanziehung gleichartiger Teilchen; wenn in einer gemischten und gesättigten Lösung sich zwei verschiedene Substanzen, A und B, gelöst befinden, und man legt in diese Mischung einen Kristall von A hinein, so kristallisiert nur A heraus, nicht B; umgekehrt, wenn man einen Kristall von B hineinlegt, bleibt A gelöst und nur B nimmt die feste Kristallform an. Man kann diese Auswahl in gewissem Sinne als Assimilation bezeichnen. Bei manchen Kristallen läßt sich sogar eine innere Wechselbeziehung der Teile erkennen; schneidet man an dem in Bildung begriffenen Kristall eine Ecke ab, so bildet sich die entgegengesetzte mangelhaft aus. Ein wichtiger Unterschied zwischen dem Wachstum der Kristalle und der Moneren besteht allerdings darin, daß die ersteren einfach durch Apposition wachsen, durch

Anlagerung von neuer, fester Substanz auf die Außenfläche; die Moneren hingegen wachsen, wie alle Zellen, durch Intussuszeption, durch Aufnahme neuer Substanz in das Innere. Dieser Unterschied erklärt sich aber leicht durch den verschiedenen Aggregatzustand, der beim Kristall fest, beim Plasma festflüssig oder zähflüssig ist. Auch ist der Unterschied nicht durchgreifend: es gibt Übergänge zwischen Apposition und Intussuszeption. Eine Kolloidalkugel, suspendiert in einer Salzlösung, in der sie sich nicht auflöst, kann durch Intussuszeption wachsen.

Empfindung und Bewegung pflegte man früher nur den Tieren zuzuschreiben, während sie jetzt allgemein bei aller lebendigen Substanz angenommen werden. Sie fehlen aber auch nicht den Kristallen; denn bei der Kristallisation selbst bewegen sich die Moleküle in ganz bestimmter Richtung und legen sich nach festen Gesetzen aneinander; dabei müssen sie aber auch Empfindung besitzen, denn sonst könnte die Massenanziehung der gleichartigen Teile nicht stattfinden. Wie bei jedem chemischen Prozeß, so finden auch bei der Kristallbildung Bewegungsvorgänge statt, die sich nicht ohne Empfindung (— natürlich unbewußter Art! —) erklären lassen. Auch in dieser Beziehung beruht das Wachstum aller Naturkörper auf gleichen Gesetzen. (Vgl. Kapitel 13 und 15.)

Das Wachstum jedes Kristalles hat ebenso wie dasjenige jedes Moneres und jeder Zelle seine bestimmte Grenze. Wird diese Schwelle überschritten und dauern die günstigen Bedingungen für anhaltendes Wachstum fort, so tritt jenes überschüssige oder transgressive Wachstum ein, das man bei den organischen Individuen als Fortpflanzung bezeichnet. Aber auch bei den anorganischen Kristallen tritt im gleichen Falle eine Vermehrung ein. Jeder Kristall wächst in übersättigter Mutterlauge nur bis zu einer gewissen, durch seine chemische Molekularkonstitution bestimmten Größe. Ist diese Grenze, die Wachstumsschwelle, erreicht, so setzen sich nunmehr viele neue kleine Kristalle an den großen alten Kristall

an. Ostwald, der ganz in derselben Weise die Wachstumsvorgänge der Kristalle und Moneren eingehend vergleicht, betont namentlich die auffällige Analogie, die ein Bakterium (— ein plasmophages Moner! —) in seiner Nährflüssigkeit wachsend und sich vermehrend mit einem Kristall in seiner Mutterlauge besitzt. Wenn in einer übersättigten Lösung von Glaubersalz das Wasser langsam verdunstet, wächst nicht nur ein hineingelegter Kristall langsam weiter, sondern es setzen sich auch zahlreiche jüngere Kristalle an denselben an. Die Analogie mit dem Bakterium, das in der Nährflüssigkeit sich andauernd durch Teilung vermehrt, läßt sich sogar noch weiter bis zur Bildung seiner Dauerformen, der sogenannten „Sporen", verfolgen. Diese ruhende Dauerform nimmt das Bakterium an, wenn seine Nährflüssigkeit erschöpft wird; wenn dann später neue Nahrung zutritt, beginnt wieder die Vermehrung durch Teilung. In ähnlicher Weise beginnen die Glaubersalzkristalle, nachdem die Lösung verdampft ist, zu verwittern; sie verlieren ihr Kristallwasser, aber nicht ihre Keimfähigkeit. Denn auch das amorphe Pulver des verwitterten Salzes ruft in einer übersättigten Lösung von Glaubersalz wiederum die Entstehung neuer wasserhaltiger Kristalle hervor. Das Pulver verliert aber diese Fähigkeit, wenn man es erhitzt, ebenso wie die Dauerformen (oder Sporen) der Bakterien ihre Keimfähigkeit.

Der eingehende Vergleich der Wachstumserscheinungen von Kristallen und Moneren (— als den einfachsten Formen kernloser „Urzellen"! —) ist deshalb so wichtig, weil er die Möglichkeit gewährt, die Lebenstätigkeit der Fortpflanzung, die man als ein ganz besonderes „Lebenswunder" zu betrachten gewöhnt ist, auf rein physikalische Bedingungen zurückzuführen. Der Zerfall des wachsenden Individuums in mehrere junge Individuen muß notwendig immer dann eintreten, wenn die natürliche „Wachstumsschwelle" überschritten wird, wenn die chemische Beschaffenheit des wachsenden Körpers und die

Cohäsion seiner Moleküle keine weitere Vergrößerung durch Aufnahme neuer Substanz gestattet. Um die Grenze dieses transgressiven Wachstums durch ein einfaches physikalisches Bild zu erläutern, erinnert Ostwald an eine Kugel, die in einem kleinen, flachen Becken liegt, das seinerseits hoch aufgestellt ist. In dem Becken ist die Kugel im Gleichgewicht; denn bei kleinen Verschiebungen kehrt sie immer wieder in die Anfangslage zurück. Sowie aber die Verschiebung ein gewisses Maß überschreitet, wenn nämlich die Kugel über den Rand des Beckens geführt wird, so ist kein Gleichgewicht mehr vorhanden; die Kugel kehrt nicht mehr zurück, sondern sie fällt zu Boden. Ähnlich verhält sich der Kristall, der in eine übersättigte (metastabile) Flüssigkeit gebracht wird und nun sofort in derselben den Vorgang neuer Kristallbildung auslöst; ähnlich verhält sich das Bakterium, das in der Nährflüssigkeit wächst, bei überschüssigem Wachstum die Grenze seiner Volumzunahme überschreitet und in zwei Individuen zerfällt.

Da weder in irgend einer morphologischen, noch in den meisten physiologischen Eigenschaften der Organismen ein durchgreifender Unterschied zwischen ihnen und den Anorganen zu finden ist, so bleibt als einziges charakteristisches Merkmal des organischen Lebens sein Stoffwechsel übrig. Dieser Vorgang ersetzt den Abgang an Plasma, den die Lebenstätigkeit selbst bedingt, durch Neubildung lebendiger Substanz; er vermittelt somit die Ernährung und das Wachstum der Lebewesen, also auch die Fortpflanzung, die nichts anderes als transgressives Wachstum ist. Da wir den Stoffwechsel im 10. Kapitel ausführlich besprechen werden, beschränken wir uns hier auf Betonung der Tatsache, daß auch dieser vitale Prozeß sein Analogon in der anorganischen Chemie findet, und zwar in dem merkwürdigen Vorgang der Katalyse, insbesondere in derjenigen Form derselben, die man als Fermentation, Gärung oder Enzymwirkung bezeichnet.

Der geniale Chemiker Berzelius entdeckte schon 1810 die auffallende Tatsache, daß gewisse Körper durch ihre bloße Gegenwart, nicht durch ihre chemische Verwandtschaftskraft, andere Körper zu Zersetzungen oder Verbindungen veranlassen, ohne daß sie selbst dabei sich verändern. So verwandelt z. B. Schwefelsäure die Stärke in Zucker, ohne selbst verändert zu werden. Fein zerteiltes Platin zersetzt bei der Berührung mit Wasserstoffsuperoxyd dasselbe in Wasserstoff und Sauerstoff (was beim Doebereinerschen Feuerzeug benutzt wird.) Berzelius nannte diesen Vorgang: Katalyse, Mitscherlich, der die Ursache desselben in der eigentümlichen Oberflächenwirkung vieler Körper fand: Kontaktwirkung (Zersetzung durch Berührung). Später hat sich herausgestellt, daß solche Katalysen sehr verbreitet sind, und daß eine besondere Form derselben, die Fermentwirkung, die größte Rolle im Leben der Organismen spielt.

Die besondere Art der Kontaktwirkung, die man als Gährung oder Fermentation bezeichnet, wird stets durch katalytische Körper aus der Klasse der Albumine oder Eiweißkörper bewirkt, und zwar aus derjenigen Gruppe der nicht gerinnbaren Proteinkörper, die man als Peptone unterscheidet. Sie besitzen auch in geringster Menge das Vermögen, Zersetzungen großer Mengen von organischer Substanz (in Form von Gärung, Verwesung, Fäulnis) hervorzurufen, ohne selbst an dieser Zersetzung Teil zu nehmen. Wenn diese „Gärungserreger" oder Fermente löslich und nicht organisiert sind, bezeichnet man sie als Enzyme, im Gegensatze zu den „organisierten Fermenten" (Bakterien, Hefepilzen usw.); indessen beruht auch die katalytische Wirkung der letzteren wohl wesentlich auf der Produktion von Enzymen. Neuere Untersuchungen von Verworn, Hofmeister, Ostwald u. a. haben zu der Einsicht geführt, daß solche Katalysen im Leben des Plasma allgemein die größte Rolle spielen; viele neuere Chemiker und Physiologen sind jetzt der Ansicht, daß das

Plasma ein kolloider Katalysator ist, und daß alle verschiedenen Lebenstätigkeiten mit dieser fundamentalen Biochemose zusammenhängen. So sagt Franz Hofmeister (1901) in seinem vortrefflichen Vortrage über die „Chemische Organisation der Zelle" (S. 14): „Die Vorstellung, daß die Träger der chemischen Umsetzung in der Zelle Katalysatoren von kolloider Beschaffenheit sind, steht in bester Übereinstimmung mit anderweitig direkt ermittelten Tatsachen. Denn was sind die Fermente des Chemikers anders als Katalysatoren von kolloider Natur? — Die Erkenntnis, daß die Fermente das wesentliche chemische Handwerkszeug der Zelle darstellen, ist nur geeignet, die Bedenken zu beseitigen, die sich für die Auffassung der chemischen Vorgänge in der Zelle aus deren Kleinheit ergeben. So groß man sich auch die kolloiden Fermentmoleküle vorstellen mag, immer noch haben Millionen und Millionen davon in der kleinsten Zelle genügenden Spielraum."

In gleichem Sinne schreibt auch Ostwald der Katalyse die größte Bedeutung für die Lebensvorgänge zu, und sucht sie durch Berücksichtigung der Zeitdauer bei chemischen Prozessen energetisch zu erklären. In seinem zu Hamburg 1901 gehaltenen Vortrage „Über Katalyse" sagt er: „Wir werden in den Enzymen Katalysatoren sehen, welche im Organismus während des Lebens der Zellen entstehen, und durch deren Wirkung das Lebewesen den größten Teil seiner Aufgaben erledigt. Nicht nur Verdauung und Assimilation wird von Anfang bis zu Ende durch Enzyme geregelt, auch die fundamentale Lebensbetätigung der meisten Organismen, die Beschaffung der erforderlichen chemischen Energie durch Verbrennung auf Kosten des Luftsauerstoffes erfolgt unter entscheidender Mitwirkung von Enzymen und wäre ohne diese unmöglich. Denn der freie Sauerstoff ist, wie bekannt, ein sehr träger Stoff bei den Temperaturen der Organismen, und ohne Beschleunigung seiner Reaktionsgeschwindigkeit wäre die Erhaltung des Lebens unmöglich." In den wei-

teren Ausführungen über Katalyse und Stoffwechsel zeigt Ostwald, daß beide in gleicher Weise den physiko-chemischen Gesetzen der Energie unterworfen sind.

Eine eingehendere Bestimmung der Molekularprozesse beim katalytischen Vorgang des Stoffwechsels hat Max Verworn 1903 in seiner Biogenhypothese gegeben: „Eine kritisch experimentelle Studie über die Vorgänge in der lebendigen Substanz." Er vereinfacht die katalytische Enzymtheorie dadurch, daß er alle Lebenserscheinungen aus dem katalytischen Stoffwechsel einer einzigen chemischen Verbindung, des Plasma, ableitet, und deren aktive Moleküle, die Biogene, als die letzten chemischen Faktoren des Lebensprozesses betrachtet. Während die Enzymhypothese in jeder Zelle eine große Anzahl von verschiedenen Enzymen annimmt, die alle koordiniert auftreten und von denen jedes nur seine kleine Spezialarbeit verrichtet, leitet die Biogenhypothese alle Lebenserscheinungen aus dem Stoffwechsel einer einzigen Verbindung, des biogenen Plasma, ab, und die Biogenmoleküle, die sich durch Polymerisation vermehren (entsprechend meinen Plastidulen), sind somit die einheitlichen Faktoren der biologischen Katalyse. Auch Verworn weist auf die Analogie hin, die dieser enzymatische Prozeß des Stoffwechsels in den anorganischen Prozessen der Katalyse findet, z. B. bei der Fabrikation der „englischen Schwefelsäure". Eine kleine und beständige Quantität von Salpetersäure verwandelt bei Zutritt von Luft und Wasser eine unbegrenzte Menge von schwefliger Säure in Schwefelsäure, ohne daß sie selbst sich verändert; das Molekül der Salpetersäure zerfällt fortwährend durch Sauerstoffabgabe und stellt sich selbst ebenso wieder durch Sauerstoffaufnahme her.

Die mannigfaltigen und wechselvollen Lebenserscheinungen und ihr plötzliches Aufhören beim Tode erschienen dem denkenden Menschen von jeher so wunderbar, so verschieden von allen Vorgängen in

der anorganischen Natur, daß er schon im Anfange der biologischen Philosophie eigentümliche Kräfte dafür in Anspruch nahm. Besonders bestimmte ihn dazu die auffällige Zweckmäßigkeit der Organisation und der scheinbar planmäßige Ablauf der Lebensvorgänge. So nahm man schon im Altertum eine besondere organische Urkraft an (Archaeus insitus), die das individuelle Leben beherrscht und leitet und die „rohen Kräfte" der anorganischen Materie in ihren Dienst nimmt. In gleichem Sinne schrieb man die wunderbaren Vorgänge der Entwicklung einem besonderen „Bildungstriebe" zu (Nisus formativus). Als um die Mitte des 18. Jahrhunderts die Physiologie sich selbständig zu gestalten begann, erklärte sie die Eigentümlichkeiten des organischen Lebens durch die Annahme einer besonderen Lebenskraft (Vis vitalis). Zur allgemeinen Geltung gelangte diese Vorstellung, als im Beginne des 19. Jahrhunderts Louis Dumas sie eingehend zu begründen versuchte (vergl. 3. Kapitel der „Welträtsel").

Da die alte Lehre von der Lebenskraft oder der Vitalismus in der Beurteilung des „Lebenswunder" eine hervorragende Rolle spielt und im Laufe des 19. Jahrhunderts die merkwürdigsten Wandlungen erfahren hat, neuerdings sogar wieder in unerwarteter Blüte erscheint, ist es notwendig, hier einen kurzen Blick auf ihre verschiedenen Formen zu werfen. Man kann diesen Begriff in monistischem Sinne beibehalten, indem man darunter nur die Summe derjenigen Energieformen versteht, die für den Organismus besonders charakteristisch sind, vor allen Stoffwechsel und Vererbung; man gibt dabei noch kein Urteil über ihr Wesen ab und behauptet nicht, daß sie prinzipiell von den Energieformen der anorgischen Natur verschieden seien. Man kann diese monistische Auffassung als den „physikalischen Vitalismus" bezeichnen. Dagegen behauptet der gewöhnliche metaphysische Vitalismus in durchaus dualistischem Sinne, daß jene Lebenskraft als ein teleologisches und hypermechanisches Prinzip von den

„gewöhnlichen" Naturkräften prinzipiell verschieden und transszendenter Art sei. Die besondere Form, in welcher neuerdings (seit 20 Jahren) diese mystische Lehre von der „übernatürlichen" Lebenskraft auftritt, wird jetzt oft als Neovitalismus bezeichnet; man kann ihm die ältere Form derselben als Palavitalismus gegenüberstellen.

Die ältere Auffassung der Lebenskraft als einer besonderen Vis vitalis konnte im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts, ebenso wie im 18., deshalb sich allgemein erhalten, weil der damaligen Physiologie noch die wichtigsten Hilfsmittel für eine mechanische Begründung fehlten. Es gab damals noch keine Zellentheorie und keine physiologische Chemie; Ontogenie und Paläontologie lagen noch in der Wiege. Die Deszendenztheorie von Lamarck (1809) wurde ebenso totgeschwiegen, wie sein fundamentaler Grundsatz: „Das Leben ist nur ein verwickeltes physikalisches Phänomen". So war es begreiflich, daß sich die Physiologie bis zum Jahre 1833 bei dem hergebrachten vitalistischen Dogma beruhigte und die „Lebenswunder" einfach als rätselhafte Erscheinungen hinnahm, die jeder physikalischen Erklärung spotteten.

Anders aber gestaltete sich der Palavitalismus im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts. 1833 erschien das klassische „Handbuch der Physiologie des Menschen" von Johannes Müller, in dem dieser geniale Biologe nicht allein alle Lebenserscheinungen des Menschen und der Tiere im Zusammenhang vergleichend betrachtete, sondern auch auf allen Gebieten denselben durch eigene Beobachtungen und Versuche ihrer Erklärung eine exakte Basis zu geben versuchte. Zwar blieb Müller bis zu seinem Ende (1858) bei der allgemein geltenden Vorstellung von einer besonderen „Lebenskraft", als einheitlichem Regulator aller verschiedenen Lebenstätigkeiten; aber er betrachtet sie nicht als ein metaphysisches Prinzip (wie Haller, Kant und seine Nachfolger), sondern als eine Naturkraft, die gleich allen anderen

an feste physikalische und chemische Gesetze gebunden und dem Ganzen untergeordnet sei. Bei der umfassenden Erforschung jeder einzelnen Lebenstätigkeit, ebenso bei den Sinnesorganen und beim Nervensystem, wie beim Stoffwechsel und der Herztätigkeit, bei der Stimme und Sprache, wie bei der Zeugung, bemüht sich Müller überall zunächst durch scharfe Beobachtung die Tatsachen festzustellen, durch sinnreiche Versuche die Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen zu ermitteln und durch Vergleichung der höheren und niederen Formen ihre Entwicklung zu erklären. Daher darf Johannes Müller nicht, wie es neuerdings oft geschieht, als Vitalist schlechtweg beurteilt werden, sondern vielmehr als der erste Physiologe, der dem herrschenden metaphysischen Vitalismus eine physikalische Grundlage zu geben versuchte; er führte eigentlich den indirekten oder apagogischen Beweis für sein Gegenteil, wie E. Dubois-Reymond in seiner glänzenden Gedächtnisrede richtig bemerkte. In gleicher Weise wurde im Gebiete der Botanik dem Vitalismus der Boden durch M. Schleiden (1843) entzogen; er lehrte durch seine Zellentheorie (1838) die Lebenseinheit des vielzelligen Organismus als das Gesamtresultat der Funktionen aller ihn zusammensetzenden Zellen verstehen.

Zur siegreichen Geltung gelangte die physikalische Erklärung der Lebensvorgänge und der Verzicht auf den Palavitalismus erst im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts. In erster Linie waren hier die großen Fortschritte der experimentellen Physiologie, wie sie am Tierkörper namentlich Carl Ludwig und Felix Bernard, am Pflanzenkörper Julius Sachs und Wilhelm Pfeffer ausbildeten, von Bedeutung. Indem diese und andere Physiologen die bewunderungswürdigen Ergebnisse der modernen Physik und Chemie zur experimentellen Erforschung der Lebenstätigkeiten benützten, indem sie deren verwickelten Gang mit Maß und Gewicht exakt zu bestimmen und womöglich mathematisch zu formulieren suchten, unterwarfen sie eine große Zahl von „Lebenswundern"

denselben festen Gesetzen, die in der Physik und Chemie der anorganischen Welt anerkannt sind. Anderseits entstand dem Vitalismus der gewaltigste Gegner in Charles Darwin, der mittelst seiner Selektionstheorie das größte biologische Rätsel löste, die stets wiederholte Frage: Wie sind die zweckmäßigen Einrichtungen der Organisation mechanisch zu erklären? Wie ist die kunstreich zusammengesetzte Maschine der Tier- und Pflanzenkörper auf natürlichem Wege „unbewußt" entstanden, ohne daß ein planmäßig arbeitender Künstler, ein „Schöpfer" einen Plan dazu entworfen und ausgeführt hat?

Der vielseitige Ausbau der Selektionstheorie Darwins in den letzten vier Dezennien, die zunehmende Befestigung, welche die Deszendenztheorie außerdem durch die großen Fortschritte der Ontogenie und Phylogenie, der vergleichenden Anatomie und Physiologie in diesem Zeitraum erfuhr, dienten in gleichem Maße zur festen Begründung der monistischen Lebensauffassung; sie gestaltete sich immer klarer zu einem entschiedenen Antivitalismus. Es mußte daher befremdend erscheinen, daß trotzdem im Laufe der letzten 20 Jahre der alte, totgeglaubte Vitalismus noch einmal sein Haupt erhob, wenn auch in einer neuen, teilweise modifizierten Form. Indessen umfaßt dieser moderne Neovitalismus zwei prinzipiell verschiedene Richtungen.

Die Verteidiger der modernen Lebenskraft sondern sich in zwei verschiedene Gruppen, die wir als skeptische und dogmatische unterscheiden können. Der skeptische Neovitalismus wurde zuerst von Bunge in Basel (1887) in der Einleitung zu seinem „Lehrbuch der physiologischen Chemie" bestimmt formuliert; indem er für einen Teil der Lebenserscheinungen die vollständige Erklärung durch rein mechanische Ursachen, durch die physikalischen und chemischen Kräfte der unbelebten Natur unbedingt zugibt, bestreitet er sie gleichzeitig für einen anderen Teil derselben, namentlich für die psychischen Tätigkeiten. Er behauptet, daß letztere nicht mechani-

stisch zu erklären sind und daß sie in der anorganischen Natur kein Analogon finden; nur eine hypermechanische „Lebenskraft" könne sie bewirken, diese sei aber als solche transszendent, unserer naturwissenschaftlichen Erkenntnis unzugänglich. In gleichem Sinne äußerte sich später Rindfleisch (1888), neuerdings Richard Neumeister in seinen „Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen" (1903), und Oscar Hertwig in dem Vortrage über „Die Entwicklung der Biologie im 19. Jahrhundert", den er 1900 in Aachen hielt.

Viel weiter als dieser skeptische geht der dogmatische Neovitalismus, dessen Hauptvertreter gegenwärtig der Botaniker Johannes Reinke und der Metaphysiker Hans Driesch sind. Die vitalistischen Schriften des letzteren, denen jedes Verständnis für die historische Entwicklung abgeht, haben ein gewisses Ansehen durch die ungewöhnliche Arroganz und die wunderliche Unklarheit seiner mystischen, vielfach sich widersprechenden Spekulationen gewonnen. Dagegen hat Reinke seinen transszendentalen Vitalismus in anregender Darstellung neuerdings klar in zwei Werken entwickelt, welche wegen ihres konsequenten Dualismus besondere Anerkennung verdienen. In dem ersten Buche: „Die Welt als Tat" gibt Reinke 1899 die „Umrisse einer Weltansicht auf naturwissenschaftlicher Grundlage". Das zweite Werk (1901) führt den Titel: „Einleitung in die theoretische Biologie". Beide Bücher verhalten sich zueinander ähnlich, wie mein Buch über die „Welträtsel" (1899) und der hier vorliegende Ergänzungsband zu den letzteren. Da unsere philosophischen Überzeugungen in den wichtigsten Grundfragen diametral entgegengesetzt sind, und da wir beide in deren Darlegung vollkommen konsequent zu sein glauben, ist ihre Vergleichung für den großen „Kampf der Weltanschauungen" nicht ohne Interesse. Reinke ist ausgesprochener Vertreter des Dualismus, Theismus und der Teleologie; er führt alle Lebenserscheinungen auf das übernatürliche Wunder zurück.

Monistische Theorie des Lebens (Biophysik).	Dualistische Theorie des Lebens (Vitalismus).
1. Die Lebensvorgänge sind sämtlich Plasma-Funktionen, durch die physikalische, chemische und morphologische Beschaffenheit der lebendigen Substanz bedingt.	1. Die Lebensvorgänge sind ganz oder teilweise vom Plasma unabhängig, bedingt durch eine besondere immaterielle Kraft, die Lebenskraft (Vis vitalis).
2. Die Energie des Plasma (als Gesamtsumme der Kräfte, die an die Materie der lebendigen Substanz gebunden sind) ist nur den allgemeinen Naturgesetzen der Physik u. Chemie unterworfen.	2. Die Energie des Plasma ist ganz oder teilweise der immateriellen Lebenskraft unterworfen, welche die physikalischen und chemischen Kräfte der lebendigen Substanz beherrscht und dirigiert.
3. Die offenkundige Zweckmäßigkeit in den Lebensvorgängen und in der durch sie erzeugten Organisation ist ein Ergebnis natürlicher Entwickelung; ihre physiologischen Faktoren (Anpassung und Vererbung) sind dem Substanz-Gesetz unterworfen.	3. Die allgemeine Zweckmäßigkeit in der Organisation und in den von ihr vermittelten Lebensvorgängen ist ein Produkt bewußter Schöpfung; sie kann nur durch intelligente immaterielle Kräfte erklärt werden, die nicht dem Substanz-Gesetz unterworfen sind.
4. Alle einzelnen Funktionen sind auf diese Weise mechanisch ausgebildet worden, indem durch Anpassung zweckmäßige Einrichtungen von selbst entstanden und durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen wurden.	4. Alle einzelnen Funktionen der Organismen sind zielstrebig entstanden, indem die historische Entwickelung (phyletische Transformation) auf ein vorbestimmtes ideales Ziel gerichtet ist.
5. Die Ernährung ist ein physikochemischer Prozeß, dessen Stoffwechsel in der anorganischen Katalyse ein Analogon besitzt.	5. Die Ernährung ist ein unerklärliches Lebenswunder, das nicht durch chemische und physikalische Prozesse zu verstehen ist.
6. Die Fortpflanzung ist eine mechanische Folge des transgressiven Wachstums, analog der elektiven Vermehrung der Krystalle.	6. Die Fortpflanzung ist ein unerklärliches Lebenswunder, das kein Analogon in der anorgischen Natur findet.
7. Die Bewegung der Organismen in jeder Form ist von den Bewegungen der anorgischen Dynamo-Maschinen nicht prinzipiell verschieden.	7. Die Bewegung der Organismen ist ein unerklärliches metaphysisches Lebenswunder, von allen anorganischen Bewegungen prinzipiell verschieden.
8. Die Empfindung ist eine allgemeine Energie-Form der Substanz, in den sensiblen Organismen und den reizbaren Anorganen (Pulver, Dynamit) nicht prinzipiell verschieden. Ein immaterielles „Seelenwesen" existiert nicht.	8. Die Empfindung der Organismen ist nur durch den Besitz einer Seele zu erklären, eines immateriellen, unsterblichen Wesens, das nur zeitweilig seinen Sitz im Körper hat. Nach dem Tode lebt dieser Geist selbständig fort.

Drittes Kapitel

WUNDER

Naturgesetz und Wunderglaube. Vernunft und Aberglaube. Philosophischer Wert der Glaubensbekenntnisse.

Unter „Wunder" versteht man im gewöhnlichen Sprachgebrauch sehr verschiedene Vorstellungen. Wir nennen eine Erscheinung wunderbar, wenn wir sie nicht erklären und ihre Ursachen nicht begreifen können. Wir nennen aber ein Naturobjekt oder ein Kunstwerk wunderschön oder wundervoll, wenn es außerordentlich schön oder großartig ist, wenn es die gewohnten Grenzen unseres Vorstellungskreises überschreitet. Nicht in diesem übertragenen relativen Begriffe sprechen wir hier vom Wunder, sondern in dem absoluten Sinne, in welchem eine Erscheinung die Grenzen der Naturgesetze überschreitet und für die menschliche Vernunft überhaupt unerklärbar ist. Der Begriff des Wunders fällt hier mit dem des Übernatürlichen oder Transszendenten zusammen. Die Naturerscheinungen können wir durch die Vernunft erkennen und unserm Wissen unterwerfen; das übernatürliche Wunder können wir nur glauben.

Der Glaube an übernatürliche Wunder steht im Widerspruch zu der reinen Vernunft, die die Grundlage aller Wissenschaft bildet. Kant, der den Begriff der „reinen Vernunft" zu so hohem Ansehen gebracht hat, verstand darunter ursprünglich nur die „Vernunfterkenntnis unabhängig von der Erfahrung". Später ist dieser Begriff in engerem Sinne als unabhängig von Dogma und Vorurteil gebraucht

worden, als die Basis der reinen „voraussetzungslosen" Wissenschaft. In diesem Sinne setzen wir die reine Vernunft dem Aberglauben entgegen.

Das wichtige Verhältnis vom „Wissen und Glauben" habe ich bereits im 16. Kapitel der „Wl." erläutert. Ich muß aber hier nochmals darauf zurückkommen, weil die dort versuchte Darlegung zu vielfachen Mißverständnissen und Angriffen Veranlassung gegeben hat. Ich hatte dort keineswegs, wie meine Gegner jetzt oft behaupten, den Anspruch gestellt, „alles zu wissen", oder gar „alle Welträtsel lösen zu können". Vielmehr hatte ich wiederholt betont, daß die Grenzen unseres Wissens eng gezogen sind und immer beschränkt bleiben werden. Auch hatte ich ausdrücklich hervorgehoben, daß der unwiderstehliche Erkenntnistrieb des vernünftigen Menschen, das beständige „Kausalitätsbedürfnis der Vernunft", uns dazu treibt, die vorhandenen Lücken unseres Wissens durch Glauben auszufüllen. Zugleich aber hatte ich den wesentlichen Gegensatz zwischen dem wissenschaftlichen (natürlichen) Glauben und dem religiösen (übernatürlichen) Glauben betont; der erstere führt uns zur Bildung von Hypothesen und Theorien, der letztere zur Bildung von Mythen und Aberglauben. Der wissenschaftliche Glaube füllt als Hypothese die Lücken unseres Wissens von den Naturgesetzen provisorisch aus; der mystische religiöse Glaube hingegen widerspricht dem Naturgesetze und überschreitet seine Schranken als Wunderglaube.

Der große Triumph der fortgeschrittenen Naturerkenntnis im 19. Jahrhundert, ihr theoretischer Wert für die Begründung einer vernünftigen Weltanschauung, ihr praktischer Wert für die verschiedensten Seiten des modernen Kulturlebens, beruht in erster Linie auf der absoluten Anerkennung fester Naturgesetze. Die Beziehungen der Dinge zueinander, die wir als Ursachen bezeichnen, machen unserer Vernunft das Begreifen und Erklären der Tatsachen möglich. Wir empfinden das stetige „Kausalitäts-

bedürfnis unserer Vernunft" befriedigt, wenn die Wissenschaft uns die Erscheinungen aus ihren „zureichenden Gründen" erklärt. Im Gesamtgebiete der Anorgik (der anorganischen Kosmologie) ist diese Allmacht des Naturgesetzes jetzt allgemein anerkannt; in der Astronomie und Geologie, in der Physik und Chemie werden alle Erscheinungen auf feste Gesetze zurückgeführt, in letzter Linie auf das allumfassende Substanzgesetz, das große Gesetz von der Erhaltung der Kraft und des Stoffes („Welträtsel", Kap. 12).

Anders verhält es sich in der Biologie (im organischen Teile der Kosmologie). Hier tritt noch heute an vielen Stellen dem Substanzgesetze das „Lebenswunder" gegenüber, die Durchbrechung der Naturgesetze durch „übernatürliche Kräfte". Der Glaube an solche „Wunder", den die reine Vernunft als Aberglauben bezeichnet, ist noch heute weit verbreitet, — viel allgemeiner, als gewöhnlich angenommen wird. Wir halten an der Ansicht fest, daß Aberglaube und Unvernunft die schlimmsten Feinde des Menschengeschlechts sind, während Wissenschaft und Vernunft seine höchsten Güter darstellen. Daher ist es unsere Pflicht und unsere Aufgabe, im Interesse der letzteren den Wunderglauben auf allen Gebieten zu bekämpfen; wir müssen klar beweisen, daß das Naturgesetz seine Herrschaft über die gesamte uns zugängliche Erscheinungswelt erstreckt. Ein allgemeiner Rückblick auf die Geschichte des Glaubens einerseits, der Wissenschaft anderseits lehrt uns deutlich, daß der Fortschritt der letzteren stets mit der zunehmenden Erkenntnis fester Naturgesetze Hand in Hand geht, und ebenso mit einem Zurückdrängen des Wunderglaubens auf ein immer kleiner werdendes Gebiet. In der Gegenwart überzeugen wir uns davon durch eine unbefangene Prüfung der Geistesbildung auf den verschiedenen Kulturstufen; wir nehmen dabei die vier Hauptstufen der geistigen Entwicklung an, die Fritz Schultze in seiner Psychologie der Naturvölker von Alexander Sutherland in seinem Werke über den Ursprung und das Wachs-

tum des moralischen Instinktes unterschieden haben: 1. Naturvölker, 2. Barbarvölker, 3. Zivilvölker, 4. Kulturvölker (vergl. Kap. 17).

Die Geistestätigkeit der Wilden erhebt sich bekanntlich nur wenig über diejenige der höheren Säugetiere, und insbesondere der Affen, von denen wir sie phylogenitsch ableiten. Ihr ganzes Lebensinteresse erschöpft sich in den physiologischen Tätigkeiten der Ernährung und Fortpflanzung, Befriedigung von „Hunger und Liebe" in rohester tierischer Form. Ohne feste Wohnsitze, in beständigem schweren Kampf ums Dasein, leben sie von den rohen Naturprodukten, den Früchten und Wurzeln der wilden Pflanzen, den Tieren, die sie im Wasser fischen und auf dem Lande fangen. Die Verstandestätigkeit der Wilden bewegt sich in den engsten Grenzen, so daß man von Vernunft bei ihnen ebenso wenig (— oder ebenso viel —) sprechen kann, als bei den intelligentesten Tieren. Von Kunst und Wissenschaft ist noch keine Rede. Ihr Kausalitätsdrang begnügt sich mit der einfachsten Verknüpfung von Erscheinungen, die rein äußerlich zusammentreffen, aber gar keinen inneren Zusammenhang besitzen. Daraus entspringt ihr Fetischismus, jener unvernünftige Fetischglaube, dessen Entstehung Fritz Schultze auf vier verschiedene Ursachen zurückführt, auf die falsche Schätzung des Wertes der Objekte, die anthropistische (oder anthropopathische) Naturauffassung, die mangelhafte kausale Beziehung der Vorstellungen und die große Macht der Gemütsbewegungen, insbesondere Furcht und Hoffnung. Jeder beliebige Gegenstand, ein Stein, ein Knochen, kann als Fetisch Wunder tun, kann allen möglichen nützlichen oder schädlichen Einfluß ausüben und wird deshalb verehrt, gefürchtet und angebetet. Ursprünglich galt die Verehrung dem unsichtbaren Geiste, der den einzelnen Gegenstand bewohnt; aber später wurde sie oft auf das tote Objekt selbst übertragen. Der Fetischglaube zeigt unter den verschiedenen Naturvölkern bereits eine Reihe von Abstufungen, die den

Anfängen der keimenden Vernunft entsprechen; die tiefste Stufe nehmen die niederen Wilden ein (Weddas von Ceylon, Andamanen, Buschmänner, Akkas von Guinea); eine etwas höhere die mittleren Wilden (Australneger, Tasmanier, Hottentotten, Feuerländer); noch weiter intellektuell entwickelt sind die höheren Wilden (die meisten Indianerstämme von Nord- und Südamerika, die Urbewohner Indiens usw.). Die moderne vergleichende Ethnographie und Entwicklungslehre, prähistorische und anthropologische Forschung haben uns zu der Überzeugung geführt, daß auch unsere eigenen Vorfahren, vor zehntausend Jahren und darüber hinaus, (— ebenso wie die prähistorischen Ahnen aller Menschenrassen —) niedere Wilde waren und daß der Wunderglaube in den Anfängen ihrer Religionsvorstellungen der roheste Fetischismus war.

Als Barbaren bezeichnen wir im engeren Sinne diejenigen Völker, die zwischen den Naturvölkern und den Zivilvölkern in der Mitte stehen. Sie zeigen uns die ersten Anfänge der Kultur und erheben sich über die Wilden besonders dadurch, daß sie Viehzucht und Ackerbau treiben; sie machen sich die produktiven Kräfte der organischen Natur mit Vorsorge dienstbar, erzeugen künstlich große Vorräte von Nahrung und werden so durch Nahrungsüberfluß befähigt, ihre Geistestätigkeit anderen Interessen zuzuwenden; wir finden bei ihnen die Anfänge von Kunst und Wissenschaft. Die Religion erhebt sich anfangs noch wenig über den Fetischismus der Wilden, wird aber bald mehr und mehr Animismus; die leblosen Naturobjekte werden zu „Geistern", mit einer Seele versehen. Die Anbetung wird nicht mehr beliebigen toten Objekten (Steinen, Knochen) gewidmet, sondern vorzugsweise belebten organischen Wesen, Bäumen und Tieren, vor allen aber Götzenbildern, die die Gestalt von Tieren oder Menschen tragen, und denen man eine „Seele" (Anima) zuschreibt. Sie haben als Dämonen oder Geister den größten Einfluß auf die Geschicke des Menschen. Ursprünglich

wird diese Seele noch rein materiell oder stofflich gedacht; sie entweicht beim Tode des Körpers und lebt selbständig fort. Da im Tode des Menschen der Atemzug, der Puls- und Herzschlag aufhört, wird der Sitz der Seele in Lunge, Herz oder andere Körperteile verlegt. Der Gedanke der Unsterblichkeit der persönlichen Seele gewinnt schon bei den Barbaren sehr mannigfaltige Gestalt, ebenso wie der Glaube an die Wunder, welche die Götter, Dämonen, Geister usw. ausüben. Auch hier wieder zeigt uns die Entwicklungsgeschichte eine lange Stufenleiter von „Gestalten des Glaubens", wenn wir die niederen, mittleren und höheren Kulturvölker vergleichen.

Von den Barbaren unterscheiden sich die Zivilvölker kulturgeschichtlich durch die Bildung größerer Staaten mit weitgehender Arbeitsteilung; der soziale Organismus wird nicht allein größer und mächtiger, sondern zu vielseitigeren Leistungen befähigt, indem die Funktionen der verschiedenen Stände und Arbeiterklassen sich viel mehr differenzieren und ergänzen (ebenso wie die Zellen und Gewebe im höheren Tierkörper der Metazoen). Die Ernährung wird leichter und mit höherem Genuß verbunden; Kunst und Wissenschaft gelangen zu feinerer Ausbildung. In Beziehung auf die Entwicklung der Religion geschieht ein großer Fortschritt dadurch, daß die zahlreichen Götter überwiegend als menschenähnliche Geister aufgefaßt und später einem Hauptgotte untergeordnet werden. Der Wunderglaube blüht in der Dichtung unter den mannigfachsten Formen fort; in der Philosophie wird er mehr und mehr eingeschränkt. Zuletzt bleibt die Wundertätigkeit im Monotheismus auf den einen Gott beschränkt, oder auf die Priester desselben und andere Menschen, denen er seine Zauberkraft mitteilt.

Die Kultur im engeren Sinne, im Gegensatze zu der älteren Zivilisation, beginnt nach unserer Anschauung mit dem Anfange des 16. Jahrhunderts. Gleichzeitig traten damals mehrere der wichtigsten Ereignisse im Geistesleben der zivilisierten Völker

ein, befreiten es von den engen Fesseln der Tradition und bewirkten einen neuen Aufschwung zu höherem Fortschritt. Durch das Weltsystem von Kopernikus wurde die ganze Weltanschauung des Menschen unendlich erweitert; durch die Reformation wurde sie von dem schweren Joche des Papismus befreit. Kurz vorher hatte die Entdeckung der neuen Welt und die Umschiffung der Erde unsere Vorstellung von der Erdkugel sichergestellt; Geographie, beschreibende Naturkunde, Medizin und andere Wissenschaften nahmen einen neuen selbständigen Aufschwung; die Buchdruckerkunst und Holzschneidekunst lieferten das mächtigste Hilfsmittel, die so gewonnenen Kenntnisse in alle Welt zu verbreiten. Dieser höhere Aufschwung des Kulturlebens kam vor allem der Philosophie zugute, die sich nun immer mehr von der Bevormundung der Kirche befreite und vom Wunderglauben ablöste; indessen blieb sie doch noch weit davon entfernt, deren Fesseln ganz abzustreifen. Im weiteren Umfange wurde dies erst im 19. Jahrhundert möglich, als die empirische Naturforschung eine früher nicht geahnte Bedeutung gewann und in der Spekulation demzufolge die moderne physikalische Weltanschauung immer mehr die bisher herrschende metaphysische verdrängte. Das reine, auf wahre Naturerkenntnis gegründete Wissen trat damit in immer schärferen Gegensatz zum religiösen Glauben. Wenn man in der Entwicklung der Kulturvölker ebenso, wie in derjenigen der vorhergehenden Zivilvölker, Barbarvölker und Naturvölker, drei Stufen als niedere, mittlere und höhere unterscheidet, so erkennt man die fortschreitende Befreiung vom Wunderglauben durch die wissenschaftliche Welterkenntnis.

Wenn wir die höheren Religionsformen der Kulturvölker vergleichend betrachten, so sehen wir, daß ähnliche Gemütsbedürfnisse und Gedankengänge sich vielfach wiederholen und daß auch der Wunderglaube in analoger Weise sich mehrfach entwickelt hat. Die drei Stifter der großen monotheistischen

Mediterranreligionen, Moses, Christus und Mohammed, werden in ähnlicher Weise als wundertätige Propheten gedacht, die vermöge ihrer hervorragenden Begabung in unmittelbarem Verkehr mit Gott stehen und seine Gebote in Gesetzesform den Menschen übermitteln. Die außerordentliche Autorität, die sie bei den Menschen genießen und die der von ihnen gestifteten Religion so mächtigen Einfluß verschafft hat, gründet sich beim niederen Volke unmittelbar auf ihr übernatürliches Wirken, auf die Wunder, die sie ausüben: Heilung von Kranken, Auferweckung von Toten, Verwandlung von Personen, Austreiben böser Geister u. dergl. m. Prüft man unbefangen die Wundertaten Christi, wie sie in den Evangelien erzählt werden, so widersprechen sie in ganz gleicher Weise den Naturgesetzen und der vernünftigen Erklärung wie die ähnlichen Wunder, die von Buddha und Brahma in der indischen Mythologie, von Mohammed im Koran erzählt werden. Dasselbe gilt vom Glauben an die Wunderwirkung von Brot und Wein im christlichen Abendmahl usw.

Für die Christenheit ist seit 1500 Jahren das apostolische Glaubensbekenntnis bindend gewesen und sowohl vom christlichen Staat als von der Kirche als maßgebend anerkannt; es wurde wahrscheinlich schon im 2. Jahrhundert von den Vertretern der ältesten christlichen Gemeinden vereinbart, hat aber erst im 4. und 5. Jahrhundert in der südgallischen Kirche seine noch heute gültige Form angenommen. Als fundamentales Symbolum apostolicum ist dasselbe auch in den Katechismus von Martin Luther aufgenommen und wird in allen protestantischen und römisch-katholischen Schulen (— nicht in den griechisch-katholischen! —) als Grundlage des Religionsunterrichts gelehrt. Obgleich das apostolische Glaubensbekenntnis den größten Einfluß auf die Jugendbildung gewonnen hat, steht es doch in auffälligem Widerspruch zur vernünftigen Naturerkenntnis. Eine unbefangene Kritik desselben führt uns zu der klaren Einsicht, daß seine sämtlichen Glaubensartikel

Produkte der dichtenden Phantasie sind und vom Aberglauben anderer Religionen sich nur in der Form unterscheiden.

Der erste Artikel des Symbolum apostolicum behandelt die Schöpfung und lautet: „Ich glaube an Gott den Vater, den allmächtigen Schöpfer Himmels und der Erde." Die moderne Entwicklungslehre hat uns überzeugt, daß eine solche „Schöpfung" niemals stattgefunden hat, daß das Universum seit Ewigkeit besteht und daß das Substanzgesetz alles beherrscht. Gott selbst als „allmächtiger Schöpfer" und Vater des Menschen wird durchaus anthropistisch vorgestellt, der „Himmel" (im Sinne der geozentrischen Anschauung) als das blaue Dach, das sich über der Erde wölbt. Die Vorstellung, daß der „persönliche Gott" als denkendes immaterielles Wesen die materielle Welt auf einmal aus „nichts" geschaffen habe, ist durchaus unvernünftig und im Grunde nichtssagend. Daß Luther an dieser kindlichen, wissenschaftlich wertlosen Vorstellung festhielt, ergibt sich aus seiner Erläuterung des ersten Artikels: „Was ist das?"

Der zweite Artikel des Symbolum apostolicum behandelt das Dogma der Erlösung in folgenden Worten: „Ich glaube an Jesum Christum, seinen eingeborenen Sohn, unsern Herrn, der empfangen ist vom heiligen Geiste, geboren von der Jungfrau Maria, gelitten unter Pontio Pilato, gekreuzigt, gestorben und begraben, niedergefahren zur Hölle, am dritten Tage wieder auferstanden von den Toten, aufgefahren gen Himmel, sitzend zur rechten Hand Gottes, des allmächtigen Vaters, von dannen er kommen wird, zu richten die Lebendigen und die Toten." Da diese Dogmen des zweiten Artikels die wichtigsten Sätze der „Erlösungslehre" enthalten und auch heute noch von Millionen „gebildeter" Kulturmenschen als ihre „teuersten Heilswahrheiten" geglaubt werden, ist es nötig, ihren Gegensatz zur reinen Vernunft besonders zu betonen. Das Schädliche bei diesen und anderen Glaubenssätzen beruht darauf, daß wir in

früher Jugend, wo wir noch nicht selbständig nachdenken können, gezwungen werden, sie mechanisch auswendig zu lernen. Später bleiben sie dann unbezweifelt, ohne weiteres Nachdenken darüber, als „grundlegende Offenbarungen" in Geltung.

Der Mythus von der Erzeugung und Geburt Jesu Christi ist reine Dichtung und steht auf derselben Stufe des irrationellen Wunderglaubens, wie hundert andere anthropistische Mythen anderer Religionen. Von den drei Personen, die in dem „dreieinigen Gott" rätselhaft verschmolzen sind, wird Christus, der „eingeborene Sohn", sowohl vom Vater, als vom heiligen Geist erzeugt, und das durch Parthenogenesis aus der „Jungfrau Maria". Die Physiologie dieses merkwürdigen Fortpflanzungsaktes habe ich bereits im 17. Kapitel der „Welträtsel" kritisch beleuchtet. Die wunderbaren Schicksale Christi nach seinem Tode, die „Höllenfahrt, Auferstehung und Himmelfahrt", sind wieder phantastische Mythen, die den beschränkten geozentrischen Vorstellungen der Barbarvölker entstammen; Troels-Lund hat deren mächtigen Einfluß in seinem interessanten Buche „Himmelsbild und Weltanschauung" vortrefflich beleuchtet. Die Vorstellung vom „jüngsten Gericht", wo Christus „zur Rechten Gottes des Vaters sitzt", wie viele berühmte Bilder des Mittelalters (u. a. Michel-Angelos in der sixtinischen Kapelle des Vatikans!) anschaulich darstellen, ist wiederum einer ganz kindlichen, anthropistischen Anschauung entsprungen.

Merkwürdigerweise sagt dieser zweite Artikel nichts von der „Erlösung", die seine Überschrift bildet; diese wird nur von Luther in seiner Erklärung: „Was ist das?" behandelt. Hier erfahre ich, daß Christus „mich verlorenen und verdammten Menschen erlöset hat, erworben, gewonnen von allen Sünden, vom Tode und der Gewalt des Teufels, nicht mit Gold oder Silber, sondern mit seinem heiligen teuren Blute und mit seinem unschuldigen Leiden und Sterben". Diesen schmerzvollen Tod hat Christus gleich vielen tausend anderen Märtyrern für seine Überzeugung

von der Wahrheit seines Glaubens und seiner Lehre erlitten (— wir erinnern nur an die mehr als hunderttausend Menschen, die durch die Inquisition und die Glaubenskriege des Mittelalters getötet wurden! —); einen vernünftigen Kausalzusammenhang desselben mit der angeblichen „Erlösung von allen Sünden, vom Tode und der Gewalt des Teufels" hat noch keiner der Millionen Theologen nachzuweisen vermocht, die sonntäglich darüber predigen und gepredigt haben. Dieses ganze „Erlösungs"gebilde des christlichen Glaubens ist uralten, völlig unklaren, ethischen Vorstellungen der Barbarvölker, insbesondere dem rohen Glauben an die Sühnemacht der Menschenopfer, entsprungen. Praktischen Wert für unser sittliches Leben besitzt dasselbe nur für denjenigen, der an die Unsterblichkeit seiner persönlichen Seele glaubt, an ein wissenschaftlich unhaltbares Dogma. Wer auf dieses leere Versprechen eines besseren und vollkommenen Lebens im „Jenseits" baut, der kann durch diese Hoffnung sich trösten und sich über die tausend Mängel und Leiden unseres irdischen Lebens im „Diesseits" hinwegsetzen. Wer aber das letztere vernunftgemäß in seiner Wirklichkeit betrachtet und durchlebt, wird nicht finden, daß die angebliche „Erlösung" irgend etwas zum Besseren geändert hat; Not und Elend, Leid und Sünde bestehen nach wie vor; ja, in vieler Beziehung hat das moderne Kulturleben sie gesteigert.

Der dritte und letzte Artikel des Symbolum apostolicum lautet wörtlich: „Ich glaube an den Heiligen Geist, eine heilige christliche Kirche, die Gemeinschaft der Heiligen, Vergebung der Sünden, Auferstehung des Fleisches und ein ewiges Leben." In der seltsamen Erklärung, die Martin Luther zu diesem dritten Glaubensartikel in seinem Katechismus gibt, behauptet er zunächst, daß der Mensch „nicht aus eigener Vernunft an den Herrn Jesum Christum glauben kann" (— sehr richtig! —), sondern daß der „heilige Geist" ihn dazu „mit seinen Gaben erleuchten" müsse; wie aber diese rätselhafte dritte

Person des dreieinigen Gottes jene Erleuchtung und Heiligung vollbringt, wodurch sie uns „täglich alle Sünden reichlich vergibt", darüber wird nichts gesagt. Was die sogenannte „Gemeinschaft der Heiligen" und die „heilige christliche Kirche" in Wirklichkeit zu bedeuten hat, darüber belehrt uns sehr deutlich ihre Geschichte — und vor allem die Geschichte des römischen Papismus oder Ultramontanismus. Dieser mächtigste und auch heute noch einflußreichste Zweig der christlichen Kirche, der für sich den Vorzug des Katholischen, des „allein seligmachenden", in Anspruch nimmt, ist in Wirklichkeit die schmählichste Karikatur des ursprünglichen reinen Christentums; er hat es mit bewunderungswürdiger Kunst verstanden, die milden und menschenfreundlichen Lehren Christi theoretisch zu predigen und praktisch in ihr Gegenteil zu verkehren. Gestützt auf die Leichtgläubigkeit der gedankenlosen Massen bildet der Papismus eine politische Hierarchie, deren gewaltige Macht noch heute den größten Teil der modernen Kultur für sich in Anspruch nehmen will.

Der weitaus wichtigste Teil des dritten Glaubensartikels ist jedoch sein Schluß, der Glaube an die „Auferstehung des Fleisches und ein ewiges Leben". Daß dieses größte „Lebenswunder" ursprünglich durchaus materialistisch gedacht war, darüber belehren uns Tausende von Bildern, in denen berühmte Maler uns die Auferstehung der Toten, das Lustwandeln der fröhlichen Frommen im Paradiese, die Qualen der verdammten Sünder in den Flammen der Hölle realistisch vor Augen führen. So stellt sich auch tatsächlich der weitaus größte Teil der Gläubigen bis heute das „ewige Leben" im Jenseits vor: eine „vermehrte und verbesserte Auflage" vom irdischen Leben im Diesseits. Das gilt ebenso von den Bildern des ewigen Lebens in der christlichen wie in der mohammedanischen Phantasie und überhaupt von den athanistischen Vorstellungen, die viele andere Religionen schon lange vor Christus hatten; ja

sogar von den primitiven Anfängen derselben bei den Naturvölkern und Barbarvölkern. Solange noch die geozentrische Weltanschauung herrschte, solange noch der Himmel als eine blaue Glocke, illuminiert mit den tausend Sternlichtern und der Sonnenlampe, sich über der flachen Erdscheibe wölbte, solange noch unter demselben im Keller der „Unterwelt" das Höllenfeuer brannte, konnte jener barbarische Glaube an die „Auferstehung des Fleisches und das jüngste Gericht" sich noch kräftig am Leben erhalten. Seine tiefe Wurzel starb aber innerlich ab, seitdem Kopernikus 1543 das geozentrische Weltbild vernichtete, und der Athanismus wurde ganz unhaltbar, seitdem Darwin das anthropozentrische Dogma zerstörte. Nicht allein jene rohen älteren, materialistischen Vorstellungen vom „ewigen Leben", sondern auch die feineren neueren, spiritualistischen Anschauungen darüber sind durch die Fortschritte der Naturerkenntnis im 19. Jahrhundert hinfällig geworden. Ich habe ihre Unhaltbarkeit im 11. Kapitel der „Wl." eingehend dargetan; ich schloß meine Betrachtungen dort mit folgendem Satze: „Fassen wir alles zusammen, was vorgeschrittene Anthropologie, Psychologie und Kosmologie der Gegenwart über den Athanismus ergründet haben, so müssen wir zu dem bestimmten Schlusse kommen: der Glaube an die Unsterblichkeit der menschlichen Seele ist ein Dogma, welches mit den sichersten Erfahrungssätzen der modernen Naturwissenschaft in unlösbarem Widerspruche steht."

Der mächtige Einfluß, den die herrschenden Glaubenslehren der Kirche, unterstützt durch die praktischen Bedürfnisse des Staates, seit Jahrtausenden auf die Zivilvölker und später auf die Kulturvölker ausgeübt haben, machte sich zunächst in einem mehr oder weniger rohen Wunderglauben der Volksmasse geltend; das Bekenntnis desselben, die Konfession, gehörte bald ebenso zum „guten Ton" wie die Mode in der Kleidung, die Sitte in der Lebensführung usw. Aber auch die große Mehrzahl der Philosophen un-

terlag jenem gewaltigen Einfluß mehr oder weniger. Zwar bemühten sich einzelne hervorragende Denker schon frühzeitig, durch reine Vernunft, ganz unabhängig von dem herrschenden Volksglauben, der Tradition und den Priestern, ein klares Weltbild zu gewinnen; allein die große Mehrzahl der Philosophen vermochte nicht sich zu dem hohen Standpunkte jener kühnen „Freidenker" zu erheben; sie blieben in Wahrheit „Schuldenker", abhängig von den Lehrsätzen der Autoritäten, den Traditionen der Schule und den Dogmen der Kirche. Philosophia ancilla theologiae. Die erhabene „Weltweisheit" blieb die dienstbare Magd des Kirchenglaubens. Wenn wir nun in dieser Beziehung hier einen Seitenblick auf die Geschichte der Philosophie werfen, so finden wir schon seit 2500 Jahren einen beständigen Kampf zwischen zwei großen Hauptrichtungen: dem Dualismus der Mehrheit (mit theologischen und mystischen Neigungen) und dem Monismus der Minderheit (mit rationalistischen und naturalistischen Tendenzen).

Bewunderungswürdig vor allen erscheinen uns jene großen Freidenker des klassischen Altertums, die schon im 6. Jahrhundert vor Christus den Grund zu einer monistischen Weltanschauung legten, zunächst die ionischen Naturphilosophen: Thales, Anaximander, Anaximenes; etwas später Heraklitos, Empedokles, Demokritos. Sie machten die ersten durchgreifenden Versuche, die Welt aus reiner Vernunft zu begreifen, unabhängig von allen mythologischen Traditionen und theologischen Dogmen. Allein diese bewunderungswürdigen Versuche des primitiven Monismus, denen der große Dichter-Philosoph Lucretius Carus (98—54 v. Chr.) in seinem Lehrgedicht: „De rerum natura" einen vollendeten Ausdruck gab, wurden bald dadurch zurückgedrängt, daß der wundergläubige Dualismus von Plato das Dogma von der Unsterblichkeit der Seele und der transzendenten „Welt der Ideen" in weitesten Kreisen zur Geltung brachte.

Nachdem schon die Eleaten (Parmenides, Zeno)

im 5. Jahrhundert vor Christus die Spaltung der Weltanschauung in zwei verschiedene Gebiete angebahnt hatten, gelang es Plato und seinem großen Schüler Aristoteles (im 4. Jahrhundert v. Chr.), diesen Dualismus, den Gegensatz von Physik und Metaphysik, zur weitesten Anerkennung zu bringen. Die Physik beschäftigt sich auf Grund der Erfahrung mit den Erscheinungen der Dinge (Phaenomena), die Metaphysik hingegen mit dem wahren Wesen der Dinge, das hinter den Erscheinungen verborgen ist (Noumena); diese inneren Wesenheiten sind transzendent, unzugänglich für die empirische Forschung; sie bilden die metaphysische Welt der ewigen Ideen, die von der realen Welt unabhängig ist und in Gott, als dem Absoluten, ihre höchste Einheit findet. Die Seele, die als ewige Idee zeitweilig in dem vergänglichen menschlichen Körper lebt, ist unsterblich. Dieser konsequente Dualismus im Systeme von Plato, die scharfe Sonderung des Diesseits vom Jenseits, des Leibes von der Seele, der Welt von Gott, ist sein wichtigstes Merkmal; sie wurde bald deshalb überaus einflußreich, weil sein Schüler Aristoteles sie mit seiner empirischen, auf reiche naturwissenschaftliche Erfahrung gegründeten Metaphysik verband, und in der Entelechie jedes Wesens, in dem zweckmäßig wirkenden Wesen die Idee weiter entwickelte; besonders aber deshalb, weil bald das Christentum (400 Jahre später) in diesem Dualismus eine willkommene philosophische Ergänzung seiner eigenen transzendenten Richtung fand.

In dem Jahrtausend, das die Historiker „Mittelalter" nennen und gewöhnlich vom Untergang des Römischen Reiches (476) bis zur Entdeckung von Amerika (1492) datieren, erfuhr der Wunderglaube der Zivilvölker seine höchste Ausbildung. In der Philosophie blieb ganz überwiegend die Autorität des Aristoteles; sie wurde von der herrschenden christlichen Kirche ihren Zwecken dienstbar gemacht. Aber im praktischen Kulturleben erwies sich viel

mächtiger der Einfluß der christlichen Glaubenslehren, mit all dem bunten Beiwerk, das die zahlreichen Wundermärchen der Bibel ihrem Dogmengebäude eingefügt hatten. Allen Glaubenssätzen voran standen die drei großen Zentraldogmen der Metaphysik, die zuerst Plato in ihrer ganzen Bedeutung geltend gemacht hatte: der persönliche Gott als Weltschöpfer, die Unsterblichkeit der Seele und der freie Wille des Menschen. Da das Christentum theoretisch auf die beiden ersten Dogmen, praktisch auf den dritten Glaubenssatz, die Willensfreiheit, das größte Gewicht legte, gelangte bald der metaphysische Dualismus auf allen Gebieten zu allgemeiner Geltung. Vor allem feindlich der selbständigen Wahrheitsforschung wurde aber die Naturverachtung des Christentums, seine Geringschätzung aller irdischen Lebenswerte, in ständigem Hinblicke auf das „ewige Leben" im Jenseits. Während das Licht der philosophischen Kritik in jeder Form zurückgewiesen wurde, wucherte üppig der Blumengarten der Glaubensdichtung und ließ das übernatürliche Wunder als selbstverständlich erscheinen. Welche Früchte dieser kritiklose Wunderglaube im praktischen Leben zeitigte, lehrt die grauenvolle Sittengeschichte des Mittelalters mit ihren Inquisitionen und Glaubenskriegen, Folterinstrumenten und Hexenprozessen. Gegenüber der vielbeliebten Schwärmerei für die Romantik des christlichen Mittelalters, die Kreuzzüge und die blendende Kirchenpracht, kann auf diese blutigen Schattenseiten desselben nicht genug hingewiesen werden.

Unbefangene Würdigung der ungeheuren Fortschritte, die die Naturerkenntnis im Laufe des 19. Jahrhunderts gemacht hat, überzeugt uns mit Gewißheit, daß die drei großen von Plato begründeten Zentraldogmen der Metaphysik für die „reine Vernunft" unhaltbar geworden sind. Unsere klare, heute gewonnene Einsicht in den gesetzmäßigen Kausalzusammenhang aller Naturvorgänge, vor allem die Überzeugung von der allgemeinen Geltung des Sub-

stanzgesetzes, ist unverträglich mit dem Glauben an einen persönlichen Gott, an die Unsterblichkeit der Seele und die Freiheit des Willens. Wenn trotzdem dieser dreifache Wunderglaube noch in den weitesten Bildungskreisen fortbesteht, ja sogar von den Fachgelehrten der Metaphysik als unantastbares Ergebnis der „kritischen Philosophie" hochgehalten wird, so ist diese merkwürdige Tatsache vor allem auf den mächtigen Einfluß eines einzigen großen Denkers zurückzuführen, auf Immanuel Kant. Sein sogenannter „Kritizismus" — in der Tat ein hybrides Erzeugnis der Vermischung von „reiner Vernunft" und praktischem Wunderglauben — überragt alle anderen Weltanschauungsversuche der neueren Zeit an hohem Ansehen so sehr, daß wir hier notwendig auf seine außerordentliche Bedeutung nochmals eingehen müssen.

Den durchgehenden Gegensatz, in dem unsere einheitliche Weltanschauung, der Monismus, zu der zweiheitlichen Philosophie von Kant steht, habe ich bereits im 14. und 20. Kapitel der „Wl." hervorgehoben. Im Nachwort zu deren Volksausgabe (S. 156) habe ich besonders die auffälligen, schon von vielen Philosophen empfundenen und getadelten Widersprüche der kantischen Philosophie betont: man muß eben bei jeder Betrachtung seiner Lehren zuerst fragen: „Welcher Kant ist gemeint? Kant Nr. 1, der Begründer der monistischen Kosmogenie, der kritische Ergründer der reinen Vernunft? — oder Kant Nr. 2, der Verfasser der dualistischen Kritik der Urteilskraft, der dogmatische Erfinder der praktischen Vernunft?" Diese inneren Widersprüche erklären sich zum Teil aus den „psychologischen Metamorphosen", die Kant gleich vielen anderen Denkern durchgemacht hat („Welträtsel", Kapitel 6), zum Teil aber aus dem andauernden Konflikt zwischen seinen naturwissenschaftlichen Bestrebungen zur mechanischen Erklärung des „Diesseits" und seinen (durch Vererbung und Bildungsgang erklärlichen) religiösen Bedürfnissen zum mystischen Glauben an das „Jen-

seits". Sie gipfeln in der Unterscheidung von zwei verschiedenen Welten, der sinnlichen und geistigen Welt. Die sinnliche Welt (Mundus sensibilis) ist unsern Sinnen und unserm Verstand zugänglich, empirisch bis zu einer gewissen Grenze erkennbar. Aber hinter ihr steckt die geistige Welt (Mundus intelligibilis), von der wir nichts wissen und nichts wissen können; von ihrer Existenz (im „Ding an sich") soll uns aber das Bedürfnis unseres Gemütes überzeugen. In dieser transzendenten Welt wohnen die Großmächte des Mystizismus.

Als Hauptverdienst des Kritizismus von Kant wird gerühmt, daß er zuerst die Frage klargestellt habe: „Wie ist Erkenntnis möglich?" Indem er diese Frage introspektiv zu lösen suchte, durch scharfsinnige Analyse seiner eigenen Vernunfttätigkeit, kam er zu der Überzeugung, daß die wichtigsten und sichersten aller Erkenntnisse, nämlich die mathematischen, auf synthetischen Urteilen a priori beruhen, und daß reine Naturwissenschaft nur unter der Bedingung möglich sei, daß es „reine Verstandesbegriffe a priori gibt", unabhängig von aller Erfahrung, ohne Urteile a posteriori. Kant betrachtete diese höchste Fähigkeit der menschlichen Vernunft als ursprünglich gegeben und frug gar nicht nach ihrer Entwicklung, nach ihrer physiologischen Mechanik und nach deren anatomischem Organ, dem Gehirn. Bei den höchst unvollständigen Kenntnissen, die die menschliche Anatomie noch im Anfang des 19. Jahrhunderts von dem komplizierten Wunderbau des Gehirns besaß, konnte man noch keine richtige Vorstellung von seiner physiologischen Funktion haben. Was uns heute ontogenetisch als eine „angeborene" Fähigkeit unseres Phronema erscheint, als a priori gegeben — ist ursprünglich phylogenetisch durch eine lange Reihe von Gehirnanpassungen unserer Vertebratenahnen erworben worden, durch unzählige Sinneswahrnehmungen und Erfahrungen a posteriori.

Die kritische, vielgerühmte und vielbewunderte Erkenntnistheorie von Kant ist demnach ebenso dog-

matisch, wie seine Lehre vom „Ding an sich", von jenem unbegreiflichen Wesen, das hinter den Erscheinungen stecken soll. Diesem Dogma liegt die richtige Ansicht zugrunde, daß unsere, durch die Sinne erworbene Kenntnis unvollständig ist; sie reicht so weit, als die spezifische Energie unserer Sinne und die Struktur unseres Phronema gestatten. Daraus folgt aber keineswegs, daß sie überhaupt nur trügerischer Schein ist, und am wenigsten, daß die Außenwelt nur in unseren Vorstellungen existiert. Wenn alle gesunden Menschen durch ihren Tastsinn und Raumsinn sich überzeugen, daß der von ihnen berührte Stein einen Teil des Raumes erfüllt, so existiert auch dieser Raum, und wenn alle sehenden Menschen darin übereinstimmen, daß die Sonne jeden Tag über der Erde aufgeht und untergeht, so ist damit die Bewegung eines der beiden Himmelskörper und zugleich die reale Existenz der Zeit bewiesen. Raum und Zeit sind nicht bloß notwendige „Anschauungsformen" für die menschliche Erkenntnis, sondern zugleich reale Verhältnisse, die ganz unabhängig von der letzteren existieren.

Die zunehmende Anerkennung der festen Naturgesetze, die mit dem erstaunlichen Wachstum aller Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert Hand in Hand ging, mußte selbstverständlich den blinden Wunderglauben mehr und mehr zurückdrängen. Wenn derselbe trotzdem auch heute noch in weitesten Kreisen fortbesteht, so erklärt sich dies hauptsächlich aus drei Ursachen: dem fortdauernden Einflusse der dualistischen Metaphysik, der Autorität der herrschenden christlichen Kirche, und endlich dem Glaubenszwange, den der moderne Staat ausübt, indem er sich auf die beiden ersteren stützt. Diese drei mächtigen, miteinander verbündeten Stützen des Wunderglaubens sind so gefährliche Feinde der reinen Vernunft und der von ihr gesuchten Wahrheit, daß wir auf ihre aktuelle Bedeutung hier noch ganz besonders hinweisen müssen. Es handelt sich hier tatsächlich um den ernsten Kampf für die heiligsten

Güter des Kulturmenschen. Der Kampf gegen Aberglauben und Unwissenheit ist „Kulturkampf"; unsere moderne Kultur wird aus demselben erst dann siegreich hervorgehen, und wir werden die barbarischen Zustände unseres sozialen und politischen Lebens erst dann überwinden, wenn das Licht der wahren Naturerkenntnis mit dem Wunderglauben zugleich die Gewaltherrschaft der dualistischen Vorurteile zerstört haben wird.

Die merkwürdige Geschichte der Philosophie im 19. Jahrhundert, die von einem unparteiischen und allseitig gebildeten Kulturhistoriker erst noch geschrieben werden soll, zeigt uns in erster Linie den stetig zunehmenden Kampf der aufstrebenden jungen Naturwissenschaften gegen die herrschende Macht der Tradition und des Dogma. In der ersten Hälfte desselben entwickelten sich namentlich die einzelnen Zweige der Biologie selbständig, ohne mit der Naturphilosophie in enge direkte Berührung zu kommen; der gewaltige Aufschwung der vergleichenden Anatomie und Physiologie, der Entwicklungsgeschichte und Paläontologie, der Zellenlehre und Systematik versorgte die Naturforscher mit so reichem Beobachtungsmaterial, daß sie auf die spekulative Metaphysik nicht viel Wert legten. Anders gestaltete sich ihr Verhältnis in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Bald nach Beginn derselben brach der Kampf um die „Unsterblichkeit der Seele" aus, in welchem Moleschott (1852), Büchner und Carl Vogt (1854) die physiologische Abhängigkeit der Seele vom Gehirn behaupteten, während anderseits Rudolf Wagner die Ansicht der herrschenden Metaphysik von deren übernatürlichem Wesen zu stützen versuchte. Dann bewirkte vor allen Charles Darwin 1859 jene gewaltige Reform der Biologie, die uns über den natürlichen Ursprung der Arten die Augen öffnete und das Schöpfungswunder widerlegte. Als dann durch die Anthropogenie (1874) die Anwendung der Deszendenztheorie und des biogenetischen Grundgesetzes auf den Menschen gemacht und dessen Ent-

stehung aus einer Reihe anderer Säugetiere nachgewiesen wurde, mußte natürlich der Wunderglaube an die unsterbliche Seele und die Willensfreiheit ebenso seine letzte Stütze verlieren, wie der Glaube an einen anthropomorphen persönlichen Gott. Trotzdem behielten aber diese drei Zentraldogmen ihre Herrschaft in der modernen Schulphilosophie, die zum weitaus größten Teile sich in den von Kant gewiesenen Bahnen bewegte. Die meisten Vertreter der Philosophie an unsern Universitäten sind noch heute einseitige Metaphysiker und Idealisten, denen die Dichtung der intelligiblen Welt höher steht als die Wahrheit der sensiblen Welt; sie ignorieren die gewaltigen Fortschritte der modernen Biologie und besonders der Entwicklungslehre; die Schwierigkeiten, die letztere ihrem transzendentalen Idealismus entgegenstellen, suchen sie durch Begriffsgymnastik und Sophistik zu umgehen. Im Hintergrunde aller dieser metaphysischen Bestrebungen steht nach wie vor der egoistische Wunsch, die persönliche unsterbliche Seele vor dem Untergang zu retten. Hierin begegnen sie sich mit der herrschenden Theologie, die sich wiederum auf Kant beruft. Charakteristisch für diesen Zwiespalt ist der bedauerliche Zustand der modernen Psychologie; während hier die empirische Physiologie und Pathologie des Gehirns die größten Entdeckungen macht, während die vergleichende Anatomie und Histologie des Gehirns dessen komplizierten Wunderbau bis in die feinsten Einzelheiten beleuchtet, während Ontogenie und Phylogenie des Gehirns uns dessen natürliche Entstehung aufklären, steht die spekulative „Fachpsychologie" größtenteils abseits und gestattet bei ihren introspektiven Analysen der Gehirntätigkeit nicht, daß vom Gehirn selbst, also von ihrem Organ, die Rede ist; sie will die Arbeit einer höchst kompliziert gebauten Maschine erklären, ohne deren Bau selbst zu kennen. Da ist es denn freilich kein Wunder, wenn auf den Lehrstühlen der Philosophie an unsern Universitäten der dualistische Wunderglaube, durch die Autorität

von Kant legitimiert, ebenso fröhlich weiterblüht, wie im Mittelalter.

Wenn schon die offizielle Philosophie, als berufsmäßige Sucherin der Wahrheit und des Naturgesetzes, trotz aller Fortschritte der empirischen Naturerkenntnis so im Wunderglauben befangen bleibt, so darf uns das noch weniger von der offiziellen Theologie befremden. Allerdings hat auch hier der vordringende Wahrheitssinn vieler unbefangener und ehrlicher Theologen die Schrauben und Fugen des alten ehrwürdigen Dogmengebäudes vielfach gelokkert und dem eindringenden Lichte der modernen Naturerkenntnis die Pforten geöffnet. Schon im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts versuchte eine freisinnige Fraktion der protestantischen Kirche, sich von den Fesseln des traditionellen Dogma zu befreien und eine Aussöhnung mit der reinen Vernunft zu bewirken; ihr angesehenster Vertreter, Schleiermacher in Berlin, obwohl besonderer Verehrer von Plato und seiner dualistischen Metaphysik, näherte sich doch vielfach dem neueren Pantheismus. Von den nachfolgenden kritischen Theologen (besonders von der „Tübinger Schule") wurde die historische Erforschung der Evangelien, ihrer Quellen und ihrer Entwicklung vielfach gefördert und damit dem christlichen Wunderglauben mehr und mehr Gebiet entzogen. Endlich wies die radikale Kritik von David Friedrich Strauß, dem wahren „Schleierlüfter", in seinem „Leben Jesu" (1835) den mythologischen Charakter des ganzen christlichen Lehrgebäudes nach; in seiner berühmten Schrift über den „Alten und neuen Glauben" (1872) sagte sich dieser ehrliche und geistreiche Theologe endlich völlig von dem Wunderglauben los und erkannte der Naturerkenntnis und der darauf gegründeten monistischen Philosophie das Recht zu, eine naturgemäße Weltanschauung auf dem Boden der kritischen Empirie aufzubauen. Neuerdings hat namentlich Albert Kalthoff (in Bremen) sein Werk erfolgreich fortgesetzt. Auch viele Theologen der Neuzeit (wie z. B. Savage, Nip-

pold, Pfleiderer und andere Förderer des liberalen Protestantenvereins) sind in verschiedener Weise bemüht, den Anforderungen der fortgeschrittenen Naturerkenntnis bis zu einem gewissen Grade gerecht zu werden, sie mit der Theologie auszusöhnen und sich vom übernatürlichen Wunderglauben abzulösen. Allein diese freisinnigen, auf monistische und pantheistische Weltanschauung gerichteten Bestrebungen bleiben doch immer vereinzelt und ziemlich wirkungslos. Die große Mehrzahl der modernen Theologen hält noch immer an dem traditionellen Dogmengebäude der Kirche fest, dessen Säulen und Fenster überall mit Wundern verziert sind. Während einige liberale Protestanten sich auf die drei Zentraldogmen beschränken, glauben die meisten noch an die vielen Wundersagen und Mythen, mit denen die Evangelien reichlich geschmückt sind. Diese Orthodoxie gewinnt in neuester Zeit um so mehr Überhand, je mehr sie von den konservativen oder auch reaktionären Tendenzen vieler Regierungen aus politischen Gründen begünstigt wird.

Die Mehrzahl der modernen Staatsregierungen hält an der hergebrachten Verbindung mit der Kirche und an der Überzeugung fest, daß der traditionelle Wunderglaube die beste Stütze für ihre eigene gesicherte und ruhige Existenz bleibe. Thron und Altar sollen sich gegenseitig schützen und stützen. Diese konservative christliche Politik begegnet aber in steigendem Maße zwei Hindernissen: einerseits ist die Hierarchie der Kirche immer bestrebt, ihre geistliche Macht über die weltliche zu stellen und den Staat sich dienstbar zu machen; anderseits gibt das moderne Recht der Volksvertretung in den Parlamenten vielfach Gelegenheit, die Stimme der Vernunft geltend zu machen und die veralteten konservativen Anschauungen durch zeitgemäße Reformen zu ersetzen. Die entscheidenden Herrscher sowohl, als die Unterrichtministerien, deren Einfluß in diesem Kampfe sehr wichtig ist, begünstigen meistens den hergebrachten Kirchenglauben, nicht weil sie

von der Wahrheit der Wunder überzeugt sind, sondern weil sie von der Aufklärung den „Umsturz" fürchten, und weil gutgläubige und ungebildete Untertanen leichter und bequemer zu regieren sind, als aufgeklärte und selbständig denkende Staatsbürger. So hören wir denn in neuester Zeit wieder bei den verschiedensten Gelegenheiten, in Thronreden und Tischreden, bei Fahnenweihen und Denkmalseinweihungen, von einflußreichen und talentvollen Rednern den Wert des Glaubens preisen; im Kampfe zwischen Wissen und Glauben verdiene der letztere den Vorzug. Dabei tritt denn bei hochstehenden Kulturvölkern (z.B. in Preußen) die paradoxe Erscheinung zutage, daß einerseits mit Nachdruck die moderne Naturwissenschaft und Technik gefördert wird, anderseits die orthodoxe Kirche, die deren natürlicher Todfeind ist. Gewöhnlich wird in jenen vielbeliebten Festreden nicht näher angegeben, auf wie viele und welche „Wunder" sich der anbefohlene Glaube erstrecken soll. Indessen können wir bei weiterem Fortschreiten der Reaktion auf dem Gebiete des höheren Geisteslebens in Deutschland es wohl noch erleben, daß wenigstens für die Priester, Lehrer und andere Staatsbeamten gesetzlich bestimmt wird, ob sie bloß an die drei großen Zentralmysterien glauben sollen: den dreieinigen persönlichen Gott des Katechismus, die Unsterblichkeit der persönlichen Seele und die absolute Freiheit des menschlichen Willens — oder auch an die zahlreichen anderen Wunder, von denen uns die Evangelien, die heiligen Legenden und die ultramontanen Tagesblätter der Gegenwart erzählen.

Der verfeinerte Wunderglaube in der praktischen Philosophie von Kant nahm bei seinen Nachfolgern, den Neokantianern, sehr verschiedene Formen an, bald in engerer, bald in weiterer Anlehnung an den herrschenden Kirchenglauben. Durch eine lange Stufenleiter von Variationen, die bis heute in Bewegung sich erhalten, geht er unmerklich in jene gröberen Formen des Aberglaubens über, die als Spiritismus

noch gegenwärtig eine große Rolle spielen und die den Grund zu den sogenannten „Geheimwissenschaften" legten (Okkultismus). Kant selbst besaß, trotz seines ungemein klaren und scharfen Kritizismus, einen starken Hang zur Mystik und zum positiven Dogmatismus, der besonders im späteren Alter mehr hervortrat; er fand den Gedanken von Swedenborg, daß die Geisterwelt ein besonderes reales Universum ausmache, sehr erhaben und verglich sie seinem mundus intelligibilis. Unter den Naturphilosophen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts haben namentlich Schelling (in seinen späteren Schriften), Schubert (in seiner „Geschichte der Seele" und „Ansichten von der Nachtseite der Naturwissenschaft") und Perty (in seiner mystischen Anthropologie) die geheimnisvollen „Lebenswunder" der Geistestätigkeit erörtert und sie einerseits mit physiologischen Funktionen des Gehirns, anderseits mit übernatürlichen Geistererscheinungen zu verbinden gesucht. Dieser neuere „Geisterspuk" hat denselben Wert, wie im Mittelalter die Magie und Kabbala, Astrologie und Nekromantie, Traumdeutung und Teufelsbeschwörung.

Auf derselben Stufe des unvernünftigen Aberglaubens steht der moderne Spiritismus und Okkultismus, der in zahlreichen Büchern und Zeitschriften seine Vertretung findet. Immer noch gibt es unter den „Gebildeten" der Kulturländer Tausende von Gläubigen, die sich durch die Taschenspielerkunststücke der Spiritisten und ihrer Medien täuschen lassen und gern das „Unglaubliche" glauben; das Geisterklopfen, das Tischrücken, das Schreiben des „Psychographen", die „Materialisation" von Geistern Verstorbener, ja sogar das Photographieren von solchen, findet nicht nur in der urteilslosen ungebildeten Masse, sondern sogar in den höchsten Kreisen der Gebildeten, ja selbst bei einzelnen phantasiereichen Naturforschern Glauben. Vergebens ist durch zahlreiche unbefangene Beobachtungen und Versuche dargetan, daß dieser ganze Okkultistenunfug

teils auf bewußtem Betrug, teils auf kritikloser Selbsttäuschung beruht; das alte Sprichwort behält Recht: Mundus vult decipi, die Welt will betrogen sein. Besonders gefährlich wird dieser spiritistische Schwindel dann, wenn er sich in das Gewand der Naturwissenschaft kleidet, die physiologischen Phänomene des Hypnotismus für sich ausnützt, ja sogar den Mantel des Monismus umhängt. So hat z. B. einer der beliebtesten und gewandtesten okkultistischen Schriftsteller, Karl du Prel, nicht nur eine „Philosophie der Mystik und Studien aus dem Gebiete der Geheimwissenschaften" geschrieben, sonauch (1888) eine „monistische Seelenlehre", die von Anfang bis zu Ende mystisch und dualistisch ist. Reiche Phantasie und glänzende Darstellung verbinden sich in diesen weitverbreiteten Schriften mit dem auffälligsten Mangel an Kritik und an gründlichen biologischen Kenntnissen (vergl. „Welträtsel" Kap. 16). Es scheint, daß auch bei den meisten „Gebildeten" der Gegenwart die erbliche Anlage zum Mystizismus und Aberglauben nicht auszurotten ist; sie erklärt sich phylogenetisch durch unsere Abstammung von prähistorischen Barbaren und Naturmenschen, bei denen die Anfänge religiöser Vorstellungen noch ganz von Animismus und Fetischismus beherrscht waren.

Viertes Kapitel

LEBENSKUNDE

Biologische Naturphilosophie. Monismus und Dualismus. Richtungen und Zweige der Biologie.

Das unermeßliche Gebiet der Wissenschaft hat sich im Laufe des 19. Jahrhunderts erstaunlich erweitert; zahlreiche neue Zweige der Naturwissenschaft sind zu selbständiger Geltung gelangt; viele neue und äußerst fruchtbare Methoden der Forschung sind erfunden und mit größtem Erfolge praktisch für die Fortschritte unseres modernen Kulturlebens verwertet worden. Aber diese gewaltige Ausdehnung des Wissensgebietes hat auch ihre Schattenseiten gehabt; die weitgehende unvermeidliche Arbeitsteilung hat zu einseitiger Ausbildung des Spezialismus in vielen kleinen Gebietsteilen geführt; darüber ist der natürliche Zusammenhang der einzelnen Wissenszweige und ihr Verhältnis zum einheitlichen Ganzen vielfach gelockert oder selbst verloren worden. Zahlreiche neue Begriffe, die in den verschiedenen Zweigen der Wissenschaft von einseitig gebildeten Vertretern derselben in verschiedenem Sinne gebraucht werden, haben vielfach Anlaß zu Mißverständnissen und Verwirrung gegeben. Das ungeheure Gebäude der Naturerkenntnis droht mehr und mehr zu einem babylonischen Turm zu werden, in dessen verwickelten Labyrinthgängen sich kaum jemand zurecht findet und fast niemand mehr die Sprache vieler anderen Arbeiter versteht. Unter diesen Umständen erscheint es wichtig, im Beginn unserer philosophischen Studien über die „Lebens-

wunder" unsere Aufgabe klar ins Auge zu fassen; wir müssen die Stellung der Lebenskunde oder Biologie zu den übrigen Wissenschaften sowie das Verhältnis ihrer Zweige zueinander und zu den verschiedenen Richtungen der Philosophie scharf bestimmen.

Als Lebenskunde im weitesten Sinne, wie wir sie verstehen, umfaßt die Biologie die Gesamtwissenschaft von den Organismen oder lebendigen Naturkörpern. Es gehören also dazu nach dem Umfang des Gebiets nicht nur Botanik (als Pflanzenkunde) und Zoologie (als Tierkunde), sondern auch die Anthropologie (als Menschenkunde) mit allen ihren Zweigen. Der Biologie gegenüber steht dann auf der anderen Seite die Gesamtwissenschaft von den Anorganen oder den „leblosen" Naturkörpern, die Abiotik oder Abiologie; dazu gehören: Astronomie, Geologie, Mineralogie, Hydrologie usw. Die Scheidung dieser beiden Hauptgebiete der Naturkunde erscheint insofern leicht, als der Begriff des Lebens physiologisch durch seinen Stoffwechsel, chemisch durch sein Plasma scharf charakterisiert ist; indessen werden wir uns bei unbefangener Betrachtung der Urzeugung (Kapitel 15) überzeugen, daß jene Zweiteilung keine absolute ist, und daß das organische Leben aus der anorganischen Natur entsprungen ist; mithin sind Biologie und Abiotik zwei zusammenhängende Teile der Kosmologie, der Weltkunde.

Während jetzt in den meisten wissenschaftlichen Werken der Begriff der Biologie nur in diesem weitesten Sinne gebraucht wird und das Gesamtgebiet der lebendigen Natur umfaßt, hat sich vielfach (besonders in Deutschland) noch eine engere Verwendung dieses Begriffes daneben erhalten. Viele Autoren (besonders Physiologen) verstehen darunter einen Teil der Physiologie, nämlich die Wissenschaft von den Beziehungen der lebendigen Organismen zur Außenwelt, von ihrem Wohnort, ihren Lebensgewohnheiten und Lebensgenossen, Feinden, Parasiten usw. Ich habe schon vor langer Zeit (1866) vorgeschlagen, diesen besonderen Zweig der Biolo-

gie als Ökologie (Haushaltslehre) oder Bionomie zu bezeichnen; 20 Jahre später haben andere dafür den Namen Ethologie verwendet. Diese spezielle Disziplin jetzt noch als Biologie im engeren Sinne zu bezeichnen, ist ganz unstatthaft, weil dieser Begriff die einzige Bezeichnung für das Gesamtgebiet der organischen Naturwissenschaft darstellt.

Wie in jeder anderen Wissenschaft, so kann auch in der Biologie ein genereller und ein spezieller Teil unterschieden werden. Die generelle Biologie umfaßt alle allgemeinen Erkenntnisse von der lebendigen Natur; sie ist der Gegenstand unserer philosophischen Studien über die „Lebenswunder". Wir können sie auch als biologische Philosophie bezeichnen, da die Aufgabe der echten und reinen Philosophie nichts anderes sein kann als die einheitliche Zusammenfassung und vernunftgemäße Erklärung aller allgemeinen Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung. Die unzähligen einzelnen Kenntnisse der Tatsachen, die durch Beobachtung und Experiment gewonnen werden, und die in der Philosophie zu einem Gesamtbilde der Welt vereinigt werden, sind Gegenstand der Erfahrungswissenschaft (Empirie). Da diese letztere im Gebiete der organischen Welt als biologische Empirie das nächste Objekt der Lebenskunde bildet und im System der Naturkörper eine logische Anordnung und übersichtliche Gruppierung der unzähligen besonderen Lebensformen anstrebt, wird diese spezielle Biologie auch oft schlechtweg als Systematik bezeichnet.

Die ersten umfassenden Versuche, das reiche Material biologischer Tatsachen, das die systematische Naturforschung des 18. Jahrhunderts gesammelt hatte, in einem einheitlichen Bilde zusammenzufassen, machte die sogenannte „ältere Naturphilosophie" im Beginn des 19. Jahrhunderts. Schon 1802 hatte Reinhold Treviranus (in Bremen) in seiner „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur" einen gedankenreichen Anlauf zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe in monistischem Sinne gemacht. Besonders wichtig

wurde dafür das Jahr 1809, in welchem Jean Lamarck (in Paris) seine Philosophie Zoologique und Lorenz Oken (in Jena) sein Lehrbuch der Naturphilosophie veröffentlichte. Die Verdienste von Lamarck, dem eigentlichen Begründer der Deszendenztheorie, habe ich in früheren Schriften ausführlich gewürdigt. Dort habe ich auch der bedeutenden Verdienste von Lorenz Oken gedacht, der nicht allein in seiner großen „Allgemeinen Naturgeschichte" Interesse für diese Wissenschaft in weitesten Kreisen erweckte, sondern auch viele allgemeine Gedanken von hohem Werte aussprach. Die wirklichen Verdienste der älteren Naturphilosophie wurden teils ignoriert, teils übersehen, weil ihr hoher Gedankenflug weit über den Horizont der damaligen empirischen Naturforschung sich erhob und teilweise in phantastischen und luftigen Spekulationen sich verirrte. Je beschränkter im folgenden halben Jahrhundert der Empirismus sich entwickelte, je mehr die genaue Beobachtung und Beschreibung aller einzelnen Erscheinungen die Naturforscher beschäftigte, desto mehr gewöhnte man sich daran, auf alle Naturphilosophie mit Verachtung herabzusehen. Das Paradoxeste dabei war, daß man gleichzeitig die rein spekulative Philosophie, die idealistische Metaphysik, gelten ließ und ihre Luftschlösser, denen alle biologischen Fundamente fehlten, bewunderte.

Die Geschichte der Philosophie schildert uns eine unendliche Mannigfaltigkeit verschiedener Vorstellungen, die sich der denkende Mensch seit drei Jahrtausenden über das Wesen der Welt und ihre Erscheinungen gebildet hat. Eine gründliche und unbefangene Darstellung dieser zahlreichen Formen der Weltanschauung hat Überweg in seinem trefflichen Grundriß der Geschichte der Philosophie gegeben (9. Aufl., bearbeitet von Max Heinze, 1903). Einen klaren und übersichtlichen „Tabellarisch-schematischen Grundriß" derselben hat Fritz Schultze auf 30 Tafeln in seinem Stammbaum der Philosophie veröffentlicht und dabei die Phylogenie der Ideen

im Zusammenhang dargestellt (2. Aufl., 1899). Wenn wir diese gewaltige Schaar philosophischer Systeme vom allgemeinsten Standpunkte unserer Biologie überschauen, können wir sie alle auf zwei verschiedene Gruppen verteilen. Die erste, kleinere, Gruppe umfaßt die monistische Philosophie, die alle Welterscheinungen auf ein einziges gemeinsames Prinzip zurückführt. Die zweite, größere Gruppe, zu der die große Mehrzahl aller philosophischen Systeme gehört, bildet die dualistische Philosophie, nach deren Ansicht es zwei ganz verschiedene Prinzipien im Universum gibt; bald werden diese als „Gott und Welt" gegenüber gestellt, bald als Geisteswelt und Körperwelt, bald als Geist und Natur usw. Dieser Gegensatz des Monismus und Dualismus ist nach meiner Ansicht der wichtigste in der ganzen Geschichte der Philosophie; alle anderen Formen der Weltanschauung lassen sich als Variationen auf einen von beiden zurückführen — oder auf eine Mischung von beiden, die bald mehr, bald weniger unklar ist.

Diejenige Form des Monismus, die ich für den vollkommensten Ausdruck der universalen Wahrheit halte, wird jetzt meistens als Hylozoismus bezeichnet. Dieser Begriff drückt aus, daß die Substanz zwei Grundeigenschaften oder Attribute besitzt: als Stoff oder Materie (Hyle) erfüllt sie den Raum; als Kraft oder Geist besitzt sie Empfindung (vergl. Kap. 19). Spinoza, der in seiner Identitätsphilosophie diesem Grundgedanken den vollkommensten Ausdruck gegeben und den Begriff der Substanz (— als allumfassendes Weltwesen —) am reinsten aufgefaßt hat, schreibt derselben allgemein zwei wesentliche Attribute zu: Ausdehnung und Denken. Der Begriff der Ausdehnung (Extensio) ist gleichbedeutend mit dem realen Raum (Materie) der Begriff des Denkens (Cogitatio) mit dem der (unbewußten) Empfindung; man darf letztere nicht schlechthin mit dem (bewußten und intelligenten) Denken des Menschen verwechseln; dieser Intellekt ist nur ein besonderer Modus des „Denkens" der höheren Tiere und des

Menschen. Wenn Spinoza seine Substanz mit der Natur und mit Gott identifiziert (Deus sive natura), und wenn man seinen Monismus deshalb auch Pantheismus nennt, so ist dabei selbstverständlich der Anthropismus des persönlichen Gottesbegriffes ausgeschlossen.

Ein großer Teil der grenzenlosen Verwirrung, die der Kampf der Philosophen um ihre Systeme zeigt, rührt von der Unklarheit und Vieldeutigkeit vieler Grundbegriffe her. Die Begriffe von Substanz und Gott, von Seele und Geist, von Empfindung und Materie werden in der verschiedensten Bedeutung gebraucht und verwechselt. Ganz besonders gilt dies vom Materialismus, der häufig mit unserem Monismus schlechthin als gleichbedeutend gesetzt und verworfen wird. Die moralische Abneigung, die der Idealismus gegen den praktischen Materialismus, d. h. gegen reinen Egoismus im Sinnengenuß, hegt, wird ohne weiteres auf den theoretischen Materialismus übertragen, der gar nichts damit zu tun hat; und die Vorwürfe, die man gegen den ersteren mit Recht erhebt, werden ohne jede Berechtigung auch dem letzteren zugewendet. Es ist daher sehr wichtig, diese verschiedenen Begriffe des Materialismus scharf auseinander zu halten.

Der theoretische Materialismus (Hylonismus) hat als monistische Philosophie insofern Recht, als sie „Kraft und Stoff" als untrennbar verbunden betrachtet und die Existenz immaterieller Kräfte leugnet. Sie hat aber dann Unrecht, wenn sie dem Stoff alle Empfindung abspricht und die aktuelle Energie als eine Funktion der toten Materie ansieht. So ließen schon im Altertum Demokritos und Lucretius alle Erscheinungen aus der Bewegung toter Atome hervorgehen, ebenso im 18. Jahrhundert Holbach und Lamettrie. Diese Ansicht wird auch gegenwärtig von den meisten Physikern und Chemikern festgehalten; sie betrachten die Massenanziehung (Gravitation) und die Wahlverwandtschaft (Chemismus) als reine Mechanik der Atome und diese als allgemeinen

Urgrund aller Erscheinungen; sie wollen aber nicht zugeben, daß jene Bewegungen notwendig eine Art (unbewußter) Empfindung voraussetzen. In eingehenden Gesprächen mit hervorragenden Physikern und Chemikern habe ich mich oft überzeugt, daß sie von einer solchen „Beseelung" der Atome nichts wissen wollen. Nach meiner Überzeugung ist dieselbe eine notwendige Annahme für die Erklärung der einfachsten physikalischen und chemischen Prozesse; selbstverständlich darf man dabei nicht an die hochentwickelte Seelentätigkeit des Menschen und der höheren Tiere denken, die oft mit Bewußtsein verknüpft ist; vielmehr müssen wir auf der langen Stufenleiter in der Entwicklung der letzteren hinab bis zu den einfachsten Protisten steigen, bis zu den Moneren (Kapitel 9). Die Beseelung dieser homogenen Plasmakugeln (z. B. Chromazeen) erhebt sich nur wenig über diejenige der Kristalle, und wie bei der chemischen Synthese der Moneren, so muß man auch bei der Kristallisation einen niederen Grad von Empfindung (— nicht von Bewußtsein! —) notwendig annehmen, um die gesetzmäßige Anordnung der beweglichen Moleküle zu einem Gebilde von bestimmter Form zu erklären.

Die Abneigung, die gegen den theoretischen Materialismus (als den einseitig stofflichen Monismus) noch heute in weiten Kreisen besteht, rührt teils davon her, daß er die drei beliebten Zentraldogmen der dualistischen Metaphysik nicht anerkennt, teils davon, daß man ihn unberechtigter Weise mit dem Hedonismus verwechselt. Dieser praktische Materialismus sucht in seiner extremsten Form (— wie ihn im Altertum Aristippus von Kyrene und seine kyrenaische Schule, später Epikur vertrat —) den Genuß als höchstes oder einziges Lebensziel, bald mehr den gröberen Sinnengenuß, bald mehr den höheren geistigen Genuß. Bis zu einem gewissen Grade ist dieses Streben nach Glück, nach einem angenehmen und genußreichen Leben, jedem Menschen, wie jedem höheren Tier, angeboren und da-

her berechtigt; als verwerflich und sündhaft wurde es erst getadelt, seitdem das Christentum den Blick der Menschen auf das ewige Leben lenkte und ihre irdische Existenz als Vorbereitung zum Himmel gering schätzen lehrte. Daß diese Askese unberechtigt und widernatürlich ist, werden wir später sehen, wenn wir den Wert des Lebens untersuchen (Kap. 17). Aber wie jeder berechtigte Genuß durch Übertreibung zum Fehler, jede Tugend zum Laster werden kann, so ist auch der einseitige Hedonismus ethisch zu verwerfen, besonders wenn er sich mit reinem Egoismus verknüpft. Es ist jedoch sehr zu betonen, daß gerade diese verwerfliche Genußsucht sich durchaus nicht an den Hylonismus knüpft, dagegen sehr häufig umgekehrt bei den Vertretern des Idealismus findet. Viele überzeugte Anhänger des theoretischen Materialismus (z.B. zahlreiche Naturforscher und Ärzte) führen eine einfache und tadellose Lebensweise und sind materiellen Genüssen abgeneigt. Umgekehrt sind viele Priester, Theologen und Idealphilosophen, die den theoretischen Idealismus predigen, in praktischer Beziehung ausgeprägte Hedonisten; schon im Altertum dienten viele Tempel gleichzeitig zur theoretischen Verehrung der Götter und zu praktischen Exzessen in vino et venere; im Mittelalter gab die luxuriöse und oft lasterhafte Lebensweise des höheren Klerus (z.B. in Rom) jener antiken Genußsucht nichts nach. Diese paradoxe Erscheinung erklärt sich aus dem besonderen Kitzel, den gerade der verbotene Genuß gewährt. Es ist aber völlig falsch, den berechtigten Abscheu gegen den exzessiven und egoistischen Hedonismus auf den theoretischen Materialismus und weiterhin auf den Monismus überhaupt zu übertragen. Ebenso unberechtigt ist die falsche, noch heute weitverbreitete Geringschätzung der Materie als solcher, gegenüber der hohen Wertschätzung des Geistes. Die unbefangene Biologie der Neuzeit hat uns gelehrt, daß dieser sogenannte „Geist" — wie schon Goethe sagte — mit der Materie untrennbar verknüpft ist. Die

reine Erfahrung hat uns bisher keinen Geist außerhalb der Materie kennengelehrt.

Ebenso einseitig, wie der reine Materialismus, ist auf der anderen Seite der reine Dynamismus, der sich neuerdings Energetik (— oft auch Spiritualismus —) nennt. Wie der erstere nur das eine Attribut der Substanz, den Stoff, zur Grundursache der Erscheinungen erhebt, so der andere das zweite Attribut, die Kraft. Von den älteren deutschen Philosophen hatte diese dynamische Weltanschauung am konsequentesten Leibniz entwickelt; neuerdings teilweise Fechner und Zöllner. In neuester Zeit hat sie besonders Wilhelm Ostwald in seiner „Naturphilosophie" (1902) ausgebaut. Dieses Werk ist rein monistisch und sucht mit großem Geschick darzutun, daß in der Gesamtnatur, ebenso der organischen, wie der anorganischen, überall dieselben Kräfte wirksam sind, die sich sämtlich dem Universalbegriff der Energie unterordnen. Besonders zu loben ist, daß Ostwald auch die höchsten Leistungen des Menschengeistes, Bewußtsein, Denken, Fühlen und Wollen, ebenso auf besondere Formen der Energie (oder „Naturkraft") zurückführt, wie die einfachsten physikalischen und chemischen Erscheinungen (Wärme, Elektrizität, Chemismus). Dagegen irrt der Leipziger Naturphilosoph in der Annahme, daß seine Energetik eine vollkommen neue Weltanschauung darstellt, denn die Grundgedanken derselben sind bereits in dem Dynamismus von Leibniz enthalten, und auch andere Leipziger Naturphilosophen, namentlich Fechner und Zöllner, hatten sich vielfach ähnlichen spiritualistischen Anschauungen genähert; bei letzterem gingen sie schließlich in reinen Spiritismus über. Der Grundfehler von Ostwald besteht aber darin, daß er die Begriffe von Energie und Substanz verwechselt. Offenbar ist seine universale, alles schaffende Energie begrifflich in der Hauptsache dasselbe, wie die Substanz von Spinoza, die auch wir für unser „Substanzgesetz" akzeptiert haben. Allerdings will Ostwald die Substanz des Attributes Ma-

terie ganz entkleiden und rühmt sich seiner „Überwindung des Materialismus“ (1895); er will bloß das andere Attribut, die Energie, gelten lassen und alle Stoffe auf immaterielle Kraftpunkte zurückführen. Allein als Chemiker und Physiker wird er trotzdem die raumerfüllende Substanz — und das allein ist sie als „Materie“ — nie los und muß sie als „Träger der Energie“ tagtäglich ebenso behandeln und praktisch verwerten, wie ihre einzelnen Teilchen, die physikalischen Moleküle und die chemischen Atome (— wenn auch nur als Symbole gedacht! —). Auch diese verwirft Ostwald, weil er nach dem unerreichbaren Phantom einer sogenannten „hypothesenfreien Wissenschaft“ strebt. Tatsächlich ist er zur Annahme und täglichen praktischen Anwendung der unentbehrlichen Begriffe der Materie — und ihrer „diskreten Teilchen“, der Moleküle und Atome — geradeso gezwungen, wie jeder andere exakte Naturforscher. Ohne Hypothese ist Erkenntnis nicht möglich!

Unser Monismus findet im Hylozoismus den vollkommensten Ausdruck insofern, als er die Gegensätze des Materialismus und Spiritualismus (oder Mechanismus und Dynamismus) in sich aufhebt und zu einer naturgemäßen harmonischen Weltanschauung verbindet. Man hat diesem konsequenten, von uns vertretenen Monismus zum Vorwurfe gemacht, daß er auf den reinen Naturalismus hinauslaufe, und einer seiner heftigsten Gegner, Friedrich Paulsen, hält diesen Vorwurf für so schwerwiegend, daß er in seiner Philosophia militans unseren kritischen Naturalismus für ebenso schädlich und verwerflich erklärt, wie den dogmatischen Klerikalismus. Es ist daher zweckmäßig, hier auf den vieldeutigen Begriff des Naturalismus kurz einzugehen und festzustellen, in welchem Sinne wir denselben annehmen und mit unserem Monismus identifizieren können. Als Grundlage dieser Annahme halten wir unsere monistische Anthropogenie fest, die unbefangene, durch alle Zweige der anthropologischen Forschung

bestätigte Auffassung von der „Stellung des Menschen in der Natur", die wir im ersten Teile der „Wl." (Kap. 2—5) begründet haben. Der Mensch ist ein reines Naturwesen, und zwar ein plazentales Säugetier aus der Primatenordnung; er hat sich erst spät im Laufe der Tertiärzeit aus einer Reihe niederer Primaten (— zunächst Menschenaffen, früher Hundsaffen und Halbaffen —) phylogenetisch entwikkelt; der rohe Naturmensch, wie er uns noch heute im Vedda und Australneger entgegentritt, steht in psychologischer Beziehung dem Affen näher als dem hochentwickelten Kulturmenschen.

Die Menschenkunde (im weitesten Sinne genommen!) ist somit nur ein Spezialzweig der Tierkunde, dem wir wegen seiner außerordentlichen Bedeutung eine besondere Stellung einräumen. Demnach sind auch alle Wissenschaften, die den Menschen und seine Seelentätigkeit betreffen, — insbesondere die sogenannten „Geisteswissenschaften" — vom höheren monistischen Standpunkte aus besondere Spezialzweige der Zoologie, mithin als Naturwissenschaften zu beurteilen. Die Psychologie des Menschen ist untrennbar mit der vergleichenden Psychologie der Tiere, und diese mit derjenigen der Pflanzen und Protisten verknüpft. Die Sprachwissenschaft untersucht in der Sprache des Menschen eine komplizierte Naturerscheinung, die ebenso auf der kombinierten Tätigkeit der Gehirnzellen des Phronema, der Muskeln der Zunge und der Stimmbänder des Kehlkopfes beruht, wie die Stimme der Säugetiere und der Gesang der Vögel. Die Völkergeschichte (— die wir in unserer komischen anthropozentrischen Einbildung „Weltgeschichte" zu nennen belieben —) und ihr höchster Zweig, die Kulturgeschichte, schließt sich durch die moderne Vorgeschichte des Menschen, die prähistorische Forschung, unmittelbar an die Stammesgeschichte der Primaten und der übrigen Säugetiere, weiterhin an die Phylogenie der niederen Wirbeltiere an. So finden wir bei unbefangener Betrachtung kein einziges Gebiet menschlicher

Wissenschaft, das den Rahmen der Naturwissenschaft (im weitesten Sinne!) überschreitet, so wenig als der Natur selbst ein „Übernatürliches" gegenübersteht.

Wie unser Monismus als Naturalismus oder Naturphilosophie das Gesamtgebiet der Wissenschaft, so umspannt nach unserer Ansicht der Begriff der Natur die gesamte, wissenschaftlich erkennbare Welt. In dem streng monistischen Sinne von Spinoza fallen für uns die Begriffe von Gott und Natur zusammen (Deus sive Natura). Ob es jenseits der Natur ein Gebiet des „Übernatürlichen" oder ein „Geisterreich" gibt, wissen wir nicht. Alles, was darüber in religiösen Mythen und Sagen, in metaphysischen Spekulationen und Dogmen behauptet wird, beruht auf Dichtung und ist ein Produkt der Phantasie. Unsere Einbildungskraft strebt beim höheren Kulturmenschen in Kunst und Wissenschaft nach der Produktion einheitlicher Gebilde, und wenn sie bei deren Herstellung durch Assozion von Vorstellungen auf Lücken stößt, so sucht sie diese durch Neubildungen auszufüllen. Solche selbständige, die Lücken der Vorstellungskreise ergänzende Produkte des Phronema nennen wir Hypothesen, wenn sie mit den erfahrungsmäßig festgestellten Tatsachen logisch vereinbar sind, dagegen Mythen, wenn sie diesen Tatsachen widersprechen; dies ist der Fall bei den religiösen Mythen, den Wundern usw. (Vergl. Kap. 3.) Wenn man den Geist der Natur gegenüberstellt, so beruht dies meistens auf derartigen Wunderglauben (Animismus, Spiritismus usw.). Wenn man hingegen vom Geist des Menschen als einer höheren Seelentätigkeit spricht, so versteht man darunter eine besondere physiologische Funktion des Gehirns, und zwar desjenigen Gebietes der Großhirnrinde, das wir als Phronema oder Denkorgan bezeichnen (Kap. 1). Auch diese „höhere Geistestätigkeit" ist eine Naturerscheinung, und gleich allen anderen Erscheinungen dem Substanzgesetz unterworfen. Das alte lateinische Wort Natura (von Nasci = Entstehen,

Geborenwerden) bezeichnet ebenso wie das gleichbedeutende griechische Wort Physis (von Phyo = Entstehen, Wachsen) das Wesen der Welt als ewiges „Werden und Vergehen" — ein tiefsinniger Gedanke! Physik, die Wissenschaft von der Physis, ist daher im weitesten Sinne überhaupt „Naturwissenschaft".

Die weitgehende Arbeitsteilung in der Wissenschaft, die durch das gewaltige Anwachsen der Naturerkenntnis im 19. Jahrhundert und die Entstehung zahlreicher neuer Disziplinen bedingt wurde, hat vielfach die Stellung derselben zueinander und zum Ganzen verändert und auch den Begriffen einen anderen Inhalt und Umfang beigelegt. Demnach versteht man unter Physik, wie sie jetzt als ein wichtiges Hauptfach der Naturkunde an den Universitäten gelehrt wird, gewöhnlich nur denjenigen Teil der Abiotik, der die Molekularverhältnisse der Substanz, die Mechanik der Masse und des Äthers behandelt, ohne Rücksicht auf die qualitativen Verschiedenheiten der Elemente, die sich im „Atomgewicht" ihrer kleinsten diskreten Teile, der Atome, aussprechen. Dagegen fällt die Erforschung der Atome und ihrer Wahlverwandtschaft sowie der darauf beruhenden Verbindungen der Chemie anheim. Da dieses wichtige Gebiet sehr umfangreich ist und seine besonderen Untersuchungsmethoden hat, wird es gewöhnlich als gleichwertig neben die Physik gestellt; eigentlich stellt es jedoch nur einen Teil derselben dar: die Chemie ist Physik der Atome. Wenn man daher jetzt gewöhnlich von einer „physikalisch-chemischen" oder physikochemischen Untersuchung und Betrachtung der Erscheinungen spricht, so könnte man kürzer dieselbe auch physikalisch (im weiteren Sinne) oder ganz kurz physisch nennen. Die Physiologie wiederum, als ein besonders wichtiger Teil derselben, ist in diesem Sinne die Physik der Organismen, oder die physikochemische Erforschung der lebendigen Naturkörper.

Seitdem Aristoteles im ersten Teile seiner gesammelten Schriften, in der Physik, die äußeren Naturerscheinungen, im zweiten darauf folgenden Teile,

in der Metaphysik, das innere Wesen derselben behandelte, hat auch dieser Begriff vielfache und bedeutende Wandelungen erfahren. Wenn man den Begriff der Physik auf die empirische Erforschung der Erscheinungen (durch Beobachtung und Versuch) beschränkt, so kann schon jede Hypothese, die deren Lücken ausfüllt, und jede Theorie derselben als Metaphysik betrachtet werden. In diesem Sinne sind bereits die unentbehrlichen Theorien der Physik (z. B. die Annahme, daß die Substanzen aus Molekülen und diese aus Atomen bestehen) metaphysisch; ebenso unsere Annahme, daß alle Substanz nicht nur Ausdehnung (Materie), sondern auch Empfindung besitzt. Diese monistische Metaphysik, die die absolute Herrschaft des Substanzgesetzes in allen Erscheinungen anerkennt, sich aber auf die Naturerkenntnis beschränkt, und auf die Erforschung des Übernatürlichen verzichtet, ist mit allen ihren Theorien und Hypothesen ein unentbehrlicher Teil der vernünftigen Weltanschauung. Die Forderung einer „hypothesenfreien Wissenschaft", wie sie z. B. Ostwald stellt, entzieht ihr die Grundlagen; ganz anders verhält es sich mit der landläufigen dualistischen Metaphysik, die zwei verschiedene Welten annimmt und in den mannigfaltigsten Formen des philosophischen Dualismus uns entgegentritt.

Wenn man unter Metaphysik die Wissenschaft von den letzten Gründen des Seins, entsprungen aus dem Kausalitätsbedürfnis der Vernunft, versteht, so kann sie von der Physiologie nur als eine höhere, phyletisch spät entstandene Funktion des Phronema betrachtet werden; sie kann erst durch vollkommene Entwicklung der Vernunft im Gehirn des Kulturmenschen entstanden sein. Daher fehlt die Metaphysik noch völlig den Naturmenschen, deren Denkvermögen sich nur wenig über das der verständigsten Tiere erhebt. Die niederen Seelenzustände der Wilden sind uns erst durch die moderne Ethnologie recht nahe gerückt worden. Sie überzeugt uns, daß die höhere Vernunft den Wilden noch fehlt, daß ihr

abstraktes Denken und Begriffbilden noch auf einer sehr tiefen Stufe steht. So besitzen z. B. die im Urwalde hausenden Veddas von Ceylon noch nicht einmal den Begriff Baum, obwohl sie viele einzelne Baumarten kennen und benennen. Viele Wilde können noch nicht bis fünf zählen; ebenso denken sie noch nicht über den Grund ihres Daseins, ihre Vergangenheit und Zukunft nach. Es ist demnach ein großer Irrtum, wenn Schopenhauer und andere Philosophen den Menschen als Animal metaphysicum definieren und im Bedürfnis der Metaphysik einen durchgreifenden Unterschied zwischen Mensch und Tier finden wollen. Dieses Bedürfnis ist vielmehr erst durch den Fortschritt der Kultur geweckt und ausgebildet worden. Aber auch beim hochstehenden Kulturmenschen fehlt es ebenso wie das Bewußtsein noch in früher Jugend und entwickelt sich erst allmählich; das Kind lernt erst allmählich sprechen und denken. Entsprechend unserem Biogenetischen Grundgesetze wiederholt das Kind im Stufengange seiner geistigen Entwicklung die ganze lange Stufenleiter, die vom gedankenlosen Wilden zu den Barbaren, von diesen zu den Halbbarbaren und Zivilmenschen, und endlich von letzteren zu den Kulturmenschen hinaufführt. Wenn diese historische Entwicklung der höheren menschlichen Geistestätigkeiten stets gehörig berücksichtigt worden wäre, wenn überhaupt die Psychologie die vergleichende und genetische Methode befolgt hätte, würden viele Irrtümer der herrschenden dualistischen Metaphysik vermieden worden sein. Kant würde dann wohl nicht seine Lehre von den Erkenntnissen a priori aufgestellt, sondern sich überzeugt haben, daß alles Urteilen, was uns jetzt beim Kulturmenschen a priori gegeben scheint, ursprünglich auf dem langen Entwicklungspfade der Kultur und Wissenschaft durch Assozion von Erfahrungen, durch Erkenntnisse a posteriori erworben worden ist. Hier liegt die Wurzel der Irrtümer, die den Dualismus und die Transzendenz der herrschenden Metaphysik verschulden.

Wie alle Naturwissenschaft, so ist auch deren biologischer Teil, unsere Lebenskunde, realistisch; d. h., sie betrachtet ihre Objekte, die Organismen, als wirklich existierende Dinge, deren Eigenschaften uns durch unsere Sinne (Sensorium) und unsere Denkorgane (Phronema) bis zu einem gewissen Grade erkennbar sind. Dabei sind wir uns kritisch bewußt, daß beiderlei Erkenntnisorgane — also auch die durch sie gewonnene Erkenntnis selbst — unvollkommen sind, und daß vielleicht noch ganz andere Eigenschaften der Organismen existieren, die uns unzugänglich sind. Daraus folgt aber keineswegs, wie der entgegengesetzte Idealismus irrtümlich behauptet, daß die Organismen (gleich allen anderen Dingen) nur in unserer Vorstellung (d. h. in Bildern unserer Großhirnrinde) existieren. Unser reiner Monismus (oder Hylozoismus) fällt also insofern mit dem Realismus zusammen, als er die Einheit des Wesens in jedem Organismus anerkennt und nicht eine prinzipielle Verschiedenheit seiner erkennbaren Erscheinung (Phaenomenon) von seinem verborgenen innersten Wesen (Noumenon) behauptet, gleichviel, ob man dasselbe mit Plato als ewige „Idee" oder mit Kant als „Ding an sich" bezeichnet. Der Realismus ist keineswegs schlechtweg identisch mit dem Materialismus, da er auch mit dessen Gegenteil, dem Dynamismus oder der Energetik, sich in bestimmter Beziehung verknüpfen läßt.

Wie der Realismus gewöhnlich mit dem Monismus zusammenfällt, so der entgegengesetzte Idealismus mit dem Dualismus. Die beiden einflußreichsten und angesehensten Vertreter des letzteren, Plato und Kant, behaupten die Existenz von zwei ganz verschiedenen Welten; die Natur oder die empirische Welt allein ist uns durch Erfahrung zugänglich, dagegen die Geisteswelt oder die transzendentale Welt nicht; von der letzteren offenbart uns bloß das „Gemüt" oder die „praktische Vernunft" die Existenz; aber irgendeine Vorstellung können wir uns von derselben nicht machen. Der Grundirrtum dieses theo-

retischen Idealismus liegt in der Annahme, daß die Seele ein besonderes immaterielles Wesen, unsterblich und zur Erkenntnis a priori befähigt sei. Die unbefangene Physiologie und Ontogenie des Gehirns (im Verein mit der vergleichenden Anatomie und Histologie des Phronema) überzeugt uns aber, daß die Seele des Menschen, gleich derjenigen aller anderen Wirbeltiere, eine Funktion des Gehirns und untrennbar an dieses materielle „Seelenorgan" gebunden ist. Für die realistische Lebenskunde ist also jener erkenntnistheoretische Idealismus ebenso unannehmbar wie der psychophysische Parallelismus von Wundt oder der Psychomonismus neuerer Physiologen, der im Grunde auf vollkommenen Dualismus von Körper und Geist hinausläuft. Anders verhält es sich mit dem Werte des praktischen Idealismus; indem dieser die Symbole oder Ideale des persönlichen Gottes, der unsterblichen Seele und des freien Willens als ethische Sinnbilder hinstellt und in der Erziehung der Jugend ihren pädagogischen Wert benutzt, kann er zeitweise einen nützlichen Einfluß ausüben, der unabhängig von seiner theoretischen Bedeutungslosigkeit ist.

Die zahlreichen einzelnen Zweige der Biologie, der Lebenskunde, die sich allmählich im Laufe des 19. Jahrhunderts selbständig entwickelt haben, müssen in gegenseitiger Berührung bleiben und mit klarem Verständnis ihrer Aufgabe zusammen wirken, um ihr hohes Ziel, die Förderung einer einheitlichen, das Gesamtgebiet des organischen Lebens umfassenden Wissenschaft, zu erreichen. Dieses gemeinsame Ziel wird aber vielfach infolge einseitiger Arbeitsteilung und Spezialisation aus den Augen verloren; die philosophische Aufgabe wird über der empirischen vernachlässigt. Die dadurch bedingte Verwirrung macht es wünschenswert, die Stellung der verschiedenen biologischen Disziplinen zueinander scharf zu bestimmen.

Entsprechend der althergebrachten Unterscheidung von Tier und Pflanze haben sich schon seit langer

Zeit als zwei Hauptzweige der Lebenskunde Zoologie und Botanik nebeneinander entwickelt und sind auf den Universitäten durch zwei selbständige Lehrstühle vertreten. Unabhängig davon bestanden schon seit Beginn wissenschaftlicher Tätigkeit diejenigen Forschungsgebiete, deren Objekt das menschliche Leben nach allen seinen Richtungen ist, die anthropologischen Disziplinen und die sogenannten „Geisteswissenschaften" (Völkergeschichte, Sprachkunde, Psychologie usw.). Seitdem die reformierte Deszendenztheorie den Ursprung des Menschen aus einer Reihe von Wirbeltierahnen nachgewiesen hat, und demgemäß die Anthropologie als Teil der Zoologie erkannt worden ist, hat man begonnen, den inneren historischen Zusammenhang aller dieser verschiedenen anthropologischen Disziplinen zu begreifen, und sich bemüht, sie zu einer selbständigen Gesamtwissenschaft vom Menschen zu vereinigen. Der ungeheure Umfang und die besondere praktische Bedeutung dieses Gebietes hat es neuerdings gerechtfertigt, einen besonderen akademischen Lehrstuhl für Anthropologie zu schaffen. Dasselbe scheint wünschenswert für die Protistik oder Protistenkunde, die Wissenschaft von den einzelligen Organismen: Zellingen oder Protisten. Allerdings muß die Zellenlehre oder Cytologie, als die anatomische Elementardisziplin, sowohl in der Botanik als in der Zoologie eingehend behandelt werden; allein die niederen einzelligen Objekte beider Gebiete, die Urpflanzen (Protophyta) und die Urtiere (Protozoa), hängen so innig zusammen und erläutern als selbständige „Elementarorganismen" so wesentlich das Leben der abhängigen Gewebezellen im Histon oder vielzelligen Organismus, daß die neuerdings von Schaudinn unternommene Gründung eines besonderen Archivs für Protistenkunde als ein wesentlicher Fortschritt zu begrüßen ist. Ein besonders wichtiger Teil dieser Protistik ist die Bakteriologie.

Die praktische Einteilung der Biologie nach dem Umfang des Lebensgebietes führt uns so zur Auf-

stellung von vier großen Provinzen der Forschung: Protistik (Zellingskunde), Botanik (Pflanzenkunde), Zoologie (Tierkunde) und Anthropologie (Menschenkunde). In jedem dieser vier Hauptgebiete scheiden sich zunächst als zwei große Abteilungen der wissenschaftlichen Forschung die Formenlehre (Morphologie) und die Funktionslehre (Physiologie); die besonderen Methoden und Mittel der Beobachtung sind in beiden Abteilungen wesentlich verschieden. In der Morphologie tritt die Aufgabe der Beschreibung und Vergleichung in den Vordergrund, sowohl in bezug auf die äußere Körperform als auf die innere Struktur. In der Physiologie dagegen werden vorzugsweise die exakten Methoden der Physik und Chemie verwendet, Beobachtung der Lebenstätigkeiten und Versuche, ihre physikalischen Gesetze zu erforschen. Da die genaue Kenntnis der Anatomie und Physiologie des Menschen die unentbehrliche Grundlage der gesamten wissenschaftlichen Medizin bildet, und da ihr gewaltiger Umfang einen besonders großen Apparat erfordert, sind diese Disziplinen schon lange selbständig bearbeitet und in der Arbeitsteilung des akademischen Studiums der medizinischen Fakultät überwiesen worden.

Das weite Gebiet der Formenlehre oder Morphologie teilen wir in die beiden Disziplinen der Anatomie und Biogenie; jene umfaßt die Wissenschaft von der entwickelten, diese von der entstehenden Form des Organismus. Die Anatomie, als Erforschung der vollendeten Form, hat ebensowohl die äußere Gestalt als den inneren Bau des Organismus zu erkunden. Als zwei verschiedene Disziplinen derselben können wir die Strukturlehre (Tektologie) und die Grundformenlehre (Promorphologie) unterscheiden. Die Tektologie untersucht die Verhältnisse der Struktur und der organischen Individualität, die Zusammensetzung des lebendigen Körpers aus den einzelnen Teilen (Zellen, Geweben und Organen) (Kapitel 7). Die Promorphologie beschreibt die reale Gestalt dieser individuellen Teile sowohl als des ganzen Kör-

pers und sucht sie auf mathematisch bestimmte Grundformen zurückzuführen (Kapitel 8). Auch die Biogenie, die Entwicklungsgeschichte der Organismen, sondert sich wieder in zwei verschiedene Disziplinen: in die Keimesgeschichte (Ontogenie) und die Stammesgeschichte (Phylogenie); beide verfolgen verschiedene Aufgaben und Methoden, stehen aber durch unser Biogenetisches Grundgesetz im engsten ursächlichen Zusammenhang. Die Ontogenie untersucht die Entwicklung des organischen Individuums vom Beginn seiner Existenz bis zu seinem Tode; als Embryologie beobachtet sie die Entwicklung des Einzelwesens innerhalb der Eihüllen, als Metamorphologie (oder Metamorphosenlehre) die späteren Verwandlungen außerhalb derselben. Die Phylogenie hat zur Aufgabe die Entwicklungsgeschichte der organischen Stämme oder Phylen, d. h. der großen Hauptabteilungen des Tierreiches und Pflanzenreiches, die als Klassen, Ordnungen usw. unterschieden werden — oder mit anderen Worten: die Genealogie der Spezies. Sie stützt sich auf die Tatsachen der Paläontologie und füllt deren Lücken durch vergleichende Anatomie und Ontogenie aus.

Die Wissenschaft von den Lebenserscheinungen der Organismen, die wir als Funktionslehre oder Physiologie bezeichnen, ist zum größten Teil Arbeitsphysiologie oder Ergologie; sie untersucht die Arbeitsleistungen des lebendigen Organismus und soll dieselben möglichst exakt auf physikalische und chemische Gesetze zurückführen: Ernährung (Stoffwechsel) und Fortpflanzung (Zeugung), Bewegung und Empfindung. An die letztere schließt sich unmittelbar die Seelenlehre (Psychologie) an.

Aber auch die Erforschung der Beziehungen, in denen jeder Organismus zur Außenwelt steht, zur organischen und anorganischen Umgebung, gehört zur Physiologie im weiteren Sinne; wir nennen diesen Teil derselben Perilogie oder Beziehungsphysiologie. Dahin gehört erstens die Chorologie und zweitens die Ökologie. Die Chorologie oder Verbrei-

tungslehre (auch biologische Geographie genannt) beschreibt und erklärt die Gesetze der geographischen und topographischen Verbreitung. Dagegen beschäftigt sich die Ökologie oder Bionomie, die Wissenschaft vom Haushalt der Organismen, mit ihren Lebensbedürfnissen und ihren Verhältnissen zu den übrigen Organismen, mit denen sie zusammen leben.

Fünftes Kapitel

TOD

Wesen und Ursachen des Todes. Ewiges Leben.
Tod der Protisten und der Histonen. Erlösung vom Übel.

Nichts ist beständig als der Wechsel! Alles Sein ist ein beständiges „Werden und Vergehen"! So lehrt uns die Entwicklungsgeschichte der Welt sowohl im großen ganzen, wie in allen einzelnen Teilen. Ewig und unveränderlich ist nur die Substanz, gleichviel ob wir dieses allumfassende Weltwesen Natur oder Kosmos, Weltgeist oder Gott nennen. Das Substanzgesetz lehrt uns, daß dieselbe zwar in einer unendlichen Fülle wechselnder Formen sich offenbart, daß aber ihre wesentlichen Attribute, Materie und Energie, sich beständig erhalten. Alle individuellen Formen der Substanz sind dem Untergange geweiht. Das gilt ebenso von unserer Sonne und den sie umkreisenden Planeten, wie von den Organismen, die unsere Mutter Erde bevölkern; ebenso vom Bakterium wie vom Menschen. Wie jedes organische Individuum einen Anfang seines Lebens gehabt hat, so geht es auch widerstandslos seinem Ende entgegen. Leben und Tod sind mit Notwendigkeit verknüpft. Aber über die eigentlichen Ursachen dieses Geschickes sind die Ansichten der Philosophen und Biologen noch sehr verschieden; die meisten gehen schon deshalb fehl, weil sie keine klare und einfache Definition vom Wesen des Lebens besitzen, und somit von seinem Ende keine klare Vorstellung geben können.

Die Untersuchungen, die wir im zweiten Kapitel über das Wesen des organischen Lebens anstellten, haben uns gezeigt, daß dasselbe im tiefsten Grunde ein chemischer Prozeß ist. Das „Lebenswunder" ist im wesentlichen nichts anderes als Stoffwechsel der lebendigen Substanz, oder Metabolie des Plasma. Mit Nachdruck haben neuere Physiologen, namentlich Max Verworn und Max Kassowitz, dem modernen Vitalismus gegenüber darauf hingewiesen, „daß das Leben auf einem fortwährenden Wechsel zwischen Aufbau und Zerfall der hochkomplizierten chemischen Einheiten des Protoplasma beruht. Ist aber diese Auffassung zutreffend, dann können wir auch ganz genau sagen, was wir unter Tod zu verstehen haben. Wenn nämlich der Tod das Aufhören des Lebens bedeutet, dann verstehen wir unter Tod das Aufhören des Wechselspiels zwischen Aufbau und Zerfall der Protoplasmamoleküle; und da jedes der labilen Moleküle des Protoplasma, nachdem es entstanden ist, in kurzer Zeit wieder zerfallen muß, so würde es sich bei dem Tode eigentlich nur um das definitive Ausbleiben der Rekonstruktion der zerstörten Plasmamoleküle handeln. — Ein lebendiges Gebilde ist also erst dann definitiv tot, d. h. absolut unfähig, je wieder eine vitale Leistung zu vollziehen, wenn seine sämtlichen Plasmamoleküle zerstört sind." In der ausführlichen Begründung, die Kassowitz im fünfzigsten Kapitel seiner „Allgemeinen Biologie" dieser Definition von Leben und Tod folgen läßt, sind die natürlichen Ursachen des physiologischen Todes noch eingehender besprochen.

In den zahlreichen und sich vielfach widersprechenden Betrachtungen der neueren Biologie über das Wesen des Todes sind viele Irrtümer und Mißverständnisse dadurch veranlaßt, daß man nicht klar zwischen der Lebensdauer der lebendigen Substanz im allgemeinen und derjenigen der individuellen Lebensform unterschieden hat. Besonders zeigt sich das in den widerspruchsvollen Erörterungen, welche die Theorie von der Unsterblichkeit der Einzelligen

von August Weismann (1882) hervorgerufen hat. Ich habe bereits im elften Kapitel der „Welträtsel" deren Unhaltbarkeit nachgewiesen. Da jedoch dieser ausgezeichnete Zoologe neuerdings in seinen lehrreichen Vorträgen über Deszendenztheorie (1902) jene Theorie energisch verteidigt und daran irrtümliche Betrachtungen über das Wesen des Todes geknüpft hat, bin ich genötigt, hier nochmals darauf zurückzukommen. Gerade weil dieses interessante Werk die wertvollsten Beiträge zur Entwicklungslehre liefert und insbesondere die Selektionstheorie Darwins und ihre Konsequenzen siegreich verteidigt, halte ich es für notwendig, anderseits auf seine bedenklichen Schwächen und gefährlichen Irrtümer hinzuweisen. Dahin gehört vor allem die einflußreiche Keimplasmatheorie und der damit verknüpfte Kampf gegen die „Vererbung erworbener Eigenschaften". Weismann folgert daraus einen fundamentalen Unterschied zwischen den einzelligen und den vielzelligen Organismen; die letzteren allein sollen sterblich, die ersteren unsterblich sein: „zwischen Einzelligen und Vielzelligen liegt die Einführung des physiologischen, d. h. normalen Todes". Demgegenüber ist hervorzuheben, daß die physiologischen Individuen (Bionten) bei den Protisten ebenso eine beschränkte Lebensdauer haben, wie bei den Histonen. Legt man aber das Hauptgewicht in dieser Frage nicht auf die Individualität der lebendigen Substanz, sondern auf den kontinuierlichen Zusammenhang der metabolischen Lebensbewegung in den Generationsreihen, so gilt die partielle Unsterblichkeit des Plasma ebenso für die Vielzelligen, wie für die Einzelligen.

Die „Unsterblichkeit der Einzelligen", auf die Weismann so viel Gewicht legt, könnte selbst in seinem Sinne nur für einen kleinen Teil der Protisten aufrechterhalten werden, nämlich für diejenigen, die sich einfach durch Zweiteilung vermehren: die Chromaceen und Bakterien unter den Moneren (Kapitel 9), die Diatomeen und Paulotomeen unter den Protophyten, ein Teil der Infusorien und Rhizopoden un-

ter den Protozoen. Streng genommen wird ja das individuelle Leben vernichtet, wenn die Zelle sich in zwei Tochterzellen teilt. Aber man könnte immerhin mit Weismann einwenden, daß hier das sich teilende einzellige Individuum als Ganzes in seinen Kindern fortlebt, daß von ihm keine Leiche übrig bleibt, kein toter Rest der lebendigen Substanz. Allein das gilt nicht von der großen Mehrzahl der Protozoen; bei den hochentwickelten Ziliaten geht der Hauptkern zugrunde, und von Zeit zu Zeit muß eine Konjugation von zwei Zellen und gegenseitige Befruchtung ihrer Nebenkerne eintreten, ehe wieder fortgesetzte Vermehrung durch einfache Teilung eintreten kann. Bei den meisten Sporozoen und Rhizopoden aber, die sich überwiegend durch Sporenbildung fortpflanzen, wird nur ein Teil des einzelligen Organismus dazu verwendet; der andere Teil stirbt und bildet eine „Leiche". Bei den großen Rhizopoden (Thalamophoren und Radiolarien) ist der sporenbildende innere Teil, der in den Nachkommen fortlebt, kleiner als der absterbende äußere Körperteil, der eine ansehnliche „Leiche" darstellt.

Ebenso unhaltbar wie die Theorie von der Unsterblichkeit der Einzelligen ist die Ansicht von Weismann über die sekundäre „Einführung des physiologischen Todes bei den Vielzelligen" (= Histonen). Danach soll der Tod der Histonen — ebenso der Metaphyten, wie der Metazoen — eine zweckmäßige „Anpassungserscheinung" sein, die von der Selektion erst dann eingeführt wurde, als die vielzelligen Organismen eine gewisse Komplikation des Baues erreicht hatten, mit welcher sich ihre ursprüngliche Unsterblichkeit nicht mehr vertrug. Die natürliche Zuchtwahl mußte die Unsterblichen töten und die Sterblichen am Leben lassen; sie mußte die Unsterblichen auch in der Blüte ihrer Jahre an der Fortpflanzung verhindern und nur die Sterblichen zur Nachzucht verwenden. Die seltsamen Folgerungen, zu denen Weismann im weiteren Ausbau dieser Todestheorie gelangte, und die auffälligen Wider-

sprüche, in die er dadurch zu seiner eigenen Keimplasmatheorie geriet, hat Kassowitz im 49. Kapitel seiner „Allgemeinen Biologie" kritisch beleuchtet: „Selektion der Sterblichen und Elimination der Unsterblichen". Nach meiner eigenen Ansicht läßt sich diese paradoxe Todestheorie ebensowenig begründen, als die damit künstlich verknüpfte Keimplasmatheorie. Man kann den Scharfsinn und die Tiefe der Spekulation bewundern, die Weismann bei dem kunstreichen Aufbau seiner verwickelten Molekulartheorie aufgewendet hat. Aber je mehr man sich in ihre Fundamente vertieft, desto unhaltbarer erscheinen sie; auch hat in den zwanzig Jahren, die seit dem Erscheinen der Keimplasmatheorie verflossen sind, kein einziger ihrer zahlreichen Anhänger sie fruchtbar zu verwerten gewußt. Dagegen hat sie sehr nachteilig dadurch gewirkt, daß sie die „Vererbung erworbener Eigenschaften" leugnete und bekämpfte, die ich mit Lamarck und Darwin für eine der festesten und unentbehrlichsten Stützen der Deszendenztheorie halte.

Indem wir uns zur Frage nach den wahren Ursachen des Todes wenden, beschränken wir uns auf die Betrachtung des normalen oder physiologischen Todes; wir sehen ab von den unzähligen Ursachen des zufälligen oder pathologischen Todes, der durch Unglücksfälle, Krankheiten, Parasiten usw. veranlaßt wird. Der normale Tod tritt bei allen Organismen dann ein, wenn die Grenze der erblichen Lebensdauer erreicht ist. Diese Grenze ist bei den mannigfaltigen Arten der Organismen außerordentlich verschieden. Viele einzellige Protophyten und Protozoen leben nur wenige Stunden, andere mehrere Monate oder Jahre; viele einjährige Pflanzen und niedere Tiere leben in unserem gemäßigten Klima nur einen Sommer, in der arktischen Zone und auf den schneebedeckten Hochalpen nur wenige Wochen oder Monate. Dagegen werden größere Wirbeltiere nicht selten mehr als hundert Jahre, viele Bäume mehr als tausend Jahre alt. Die Länge der normalen Lebens-

dauer ist bei allen Arten im Laufe der Speziesbildung selbst durch Anpassung an die besonderen Lebensbedingungen erworben, und dann durch Vererbung auf ihre Nachkommen übertragen worden. Aber auch bei diesen letzteren unterliegt sie bekanntlich oft ansehnlichen Schwankungen.

Der Organismus wird von der modernen „Maschinentheorie des Lebens" mit einer künstlich konstruierten Maschine verglichen, d. h. mit einem Apparate, in welchem der menschliche Verstand verschiedene Teile (Werkstücke oder Maschinenelemente) zweckmäßig zusammengefügt hat, um eine bestimmte Arbeit zu verrichten. Dieser Vergleich ist nicht anwendbar auf die niedersten Organismen, die Moneren, denen eine solche maschinelle Struktur noch fehlt; bei diesen primitiven „Organismen ohne Organe" (Chromaceen und Bakterien) sind lediglich die unsichtbaren chemischen Strukturen des Plasma und der durch sie bedingte Stoffwechsel die Ursache des Lebens; sobald dieser aufhört, tritt der Tod ein (vergl. Kap. 9). Bei allen übrigen Organismen ist der Vergleich mit Maschinen insofern zulässig und lehrreich, als das zweckmäßige Zusammenwirken der verschiedenen Organe oder Werkstücke eine bestimmte Arbeit leistet, durch Verwandlung der Spannkraft in lebendige Kraft. Der große Unterschied beider besteht aber darin, daß diese Zweckmäßigkeit bei der Maschine durch den planmäßig und bewußt wirkenden Willen des Menschen, beim Organismus hingegen durch die planlos und unbewußt wirkende natürliche Selektion hervorgebracht wird. Hingegen ist eine weitere wichtige Eigenschaft den Maschinen und Organismen gemeinsam, nämlich die beschränkte Lebensdauer, die durch ihre Abnutzung bedingt wird. Bekanntlich kann jede Lokomotive, jedes Schiff, jeder Telegraph, jedes Klavier nur eine gewisse Reihe von Jahren tätig sein. Alle Teile derselben werden durch den längeren Gebrauch abgenutzt und trotz aller Reparaturen zuletzt unbrauchbar. Ebenso werden auch bei allen Organismen die

einzelnen Werkteile früher oder später abgenutzt und leistungsunfähig; das gilt ebenso von den Organellen der Protisten, wie von den Organen der Histonen. Allerdings können auch diese Teile öfter repariert oder regeneriert werden; allein nach kürzerer oder längerer Zeit versagen sie den Dienst, und ihre Mängel werden Ursachen des Todes.

Wenn wir den Begriff der Regeneration, des Wiederersatzes unbrauchbar gewordener Teile, im weitesten Sinne fassen, so erkennen wir darin eine ganz allgemeine Lebenstätigkeit von größter Bedeutung. Denn der ganze Stoffwechsel des lebendigen Organismus beruht ja auf der Assimilation des Plasma, d. h. dem Ersatz der Plasmateile, die beständig durch Dissimilation verloren gehen (vergl. Kap. 10). Verworn hat die hypothetischen Moleküle der lebendigen Substanz (— die ich nach Hering als begabt mit Gedächtnis ansehe und 1875 Plastidule genannt habe —) als Biogene bezeichnet. Er sagt: „Die Biogene sind die eigentlichen Träger des Lebens. In dem fortwährenden Zerfall und Wiederaufbau derselben besteht der Vorgang des Lebens, dessen Ausdruck die mannigfachen Lebenserscheinungen sind." — Das Verhältnis von Assimilation (Aufbau der Biogene) zur Dissimilation (Zerfall der Biogene) kann man in der Zeiteinheit durch einen Bruch ausdrücken, der als Biotonus bezeichnet wird: $\frac{A}{D}$; derselbe ist von elementarer Bedeutung für die verschiedensten Erscheinungen des Lebens. Die Schwankungen in der Größe dieses Bruches sind es, welche allen Wechsel in den Lebensäußerungen eines jeden Organismus hervorbringen. Wenn der Biotonus zunimmt und der Stoffwechselquotient größer als eins wird, erfolgt Wachstum; wenn derselbe umgekehrt kleiner als eins wird, also der Biotonus abnimmt, erfolgt Atrophie (Verkümmerung) und schließlich Tod. Bei der Regeneration werden neue Biogene gebildet. Bei der Generation, der Zeugung oder Fortpflanzung, lösen sich Biogengruppen (als Keimplasma) infolge über-

schüssigen Wachstums von den Eltern ab und legen den Grund zu neuen Individuen.

Die Erscheinungen der Regeneration sind außerordentlich mannigfaltig und in neuerer Zeit Gegenstand sehr zahlreicher und umfassender Versuche geworden, namentlich von seiten der sogenannten „Entwicklungsmechanik". Dabei sind von vielen Experimentalembryologen aus ihren beschränkten Einzelversuchen weitreichende Schlüsse gezogen und zum Teil als Gegenbeweise gegen den Darwinismus verwertet worden; sogar die Deszendenztheorie sollte dadurch widerlegt werden. Die meisten dieser Regenerationsarbeiten bekunden einen auffallenden Mangel an allgemeiner physiologischer und morphologischer Bildung; da sie außerdem meistens das Biogenetische Grundgesetz ignorieren und von den fundamentalen Wechselbeziehungen zwischen Keimesgeschichte und Stammesgeschichte absehen, ist es nicht zu verwundern, daß sie zu den widersprechendsten und absurdesten Schlüssen gelangen. Das „Archiv für Entwicklungsmechanik" liefert dafür zahlreiche Beispiele. Wenn man hingegen das gesamte interessante Gebiet der Regenerationsprozesse im Zusammenhange überblickt, so ergibt sich eine kontinuierliche Entwicklungsreihe von der einfachen Plasmareparatur der einzelligen Protisten bis zu der geschlechtlichen Zeugung der höheren Histonen. Spermazelle und Eizelle der letzteren sind überschüssige Wachstumsprodukte, welche das Vermögen besitzen, den ganzen vielzelligen Organismus zu regenerieren. Aber auch viele höhere Histonen besitzen die Fähigkeit, aus beliebigen abgelösten Gewebstücken oder selbst einzelnen Zellen durch Regeneration neue Individuen hervorzubringen. Bei der besonderen Richtung des Stoffwechsels und Wachstums, welches diese Regenerationsvorgänge begleitet, spielt das Gedächtnis der Plastidule, das unbewußte Erinnerungsvermögen der Biogene, eine leitende Rolle.

Bei den primitivsten Formen der einzelligen Pro-

tisten tritt uns der Vorgang des Todes und der Regeneration in einfachster Form entgegen. Wenn eine kernlose Monere (Chromacee oder Bakterium) sich in zwei gleiche Hälften teilt, ist damit die Existenz des zeugenden Individuums (— des „Unteilbaren"! —) vernichtet. Jede Hälfte regeneriert sich in denkbar einfachster Weise durch Assimilation und Wachstum, bis sie wieder die Größe der Muttermonere erreicht hat. Bei den kernhaltigen Zellen der meisten Protophyten und Protozoen ist der Vorgang insofern schon verwickelter, als hier bereits der Zellkern als Zentralorgan und Regulator des Stoffwechsels tätig ist. Zerschneidet man ein Infusorium in zwei Stücke, von denen nur das eine den Zellkern enthält, so ergänzt sich nur dieses wieder zu einer vollständigen kernhaltigen Zelle; das kernlose Stück hingegen stirbt ab, ohne sich regenerieren zu können.

Im vielzelligen Körper der Histonen oder gewebebildenden Organismen haben wir zu unterscheiden zwischen dem partiellen Tode der einzelnen Zellen und dem totalen Tode des ganzen, aus ihnen zusammengesetzten Gewebeorganismus, des „Zellenstaates". Bei vielen niederen Gewebpflanzen und Gewebtieren ist dieser staatliche Verband sehr locker und die Zentralisation sehr gering; beliebige Zellen oder Zellengruppen (Brutknospen) können sich, ohne das Leben des ganzen Histon zu gefährden, von ihm ablösen und zu neuen Individuen entwickeln. Bei manchen Algen und Lebermoosen, (aber auch bei Bryophyllum, unserer Fetthenne, Sedum, nahe verwandt) — ebenso beim gemeinen Süßwasserpolypen, Hydra, und bei anderen Polypen — ist jedes ausgeschnittene Körperstückchen fähig, sich wieder zu einem vollständigen Individuum zu entwickeln. Je höher sich aber die Organisation entwickelt, je inniger die Korrelation der Teile und ihr einheitliches Zusammenwirken für das Leben des zentralisierten Sprosses oder der Person wird, desto geringer wird das Regenerationsvermögen der einzelnen Organe. Aber auch dann noch können beständig viele abgenutzte

Zellen entfernt und durch regenerierte neue Zellen ersetzt werden. In unserem eigenen menschlichen Organismus, wie in dem aller höheren Tiere, gehen täglich Millionen von Zellen zugrunde und werden durch neue Zellen gleicher Art ersetzt, so z. B. die Deckzellen an der Oberfläche unserer Oberhaut (Epidermis), die Drüsenzellen der Speicheldrüsen, Magenschleimhaut, die Blutzellen usw. Dagegen besitzen andere Gewebe dieses ausgedehnte Reparaturvermögen nicht oder in geringerem Grade, so viele Nervenzellen, Sinneszellen, Muskelzellen usw. Hier bleiben viele beständige Zellenindividuen mit ihrem Kern zeitlebens bestehen, wenn auch ein abgenutzter Teil ihres Zellenleibes durch Regeneration von Zytoplasma wieder ersetzt wird. Tatsächlich ist also unser eigener menschlicher Körper, ebenso wie der aller höheren Tiere und Pflanzen, täglich ein anderer „Zellenstaat"; jeden Tag, ja jede Stunde, gehen Tausende von seinen Staatsbürgern, den Gewebzellen, zugrunde, um durch andere, aus ihresgleichen durch Teilung entstandene ersetzt zu werden. Indessen ist diese ununterbrochene „Mauserung" unserer Person niemals vollständig und allgemein; immer bleibt ein solider Grundstock von konservativen Zellen übrig, dessen Nachkommen die weitere Regeneration besorgen.

Die große Mehrzahl der Lebewesen findet ihren individuellen Tod durch äußere, zufällige oder akzidentelle Ursachen: durch Mangel an genügender Nahrung oder Entziehung der notwendigen Existenzbedingungen, durch Parasiten oder andere Feinde, durch Unglücksfälle oder Krankheiten. Die wenigen Individuen, die nicht solchen zufälligen Todesursachen erliegen, finden ihr Lebensziel durch Altersschwäche oder Seneszenz, durch allmähliche Rückbildung der Organe und Abnahme ihrer Funktionen. Die Ursache dieses Alterns und des darauf folgenden „natürlichen Todes" ist für jede einzelne Organismenart durch die spezifische Natur ihres Plasma bedingt. Wie neuerdings namentlich Kassowitz her-

vorgehoben hat, beruht das Altern der Individuen auf der unvermeidlichen Zunahme des inaktiven Protoplasmazerfalls und der durch denselben gelieferten metaplasmatischen Körperbestandteile. Jedes schon vorhandene Metaplasma begünstigt den inaktiven Protoplasmazerfall und damit auch wieder die Bildung neuer Metaplasmen. Das Absterben der Zellen erfolgt, weil die chemische Energie des Plasma von einem bestimmten Höhepunkt des Lebens, von der Akme an, allmählich abnimmt; das Plasma verliert immer mehr die Fähigkeit, durch Regeneration die Verluste zu ersetzen, die es durch die Lebensfunktionen selbst erleidet. Wie im Geistesleben des Menschen die Rezeptionsfähigkeit des Gehirns und die Schärfe der Sinne allmählich abnimmt, so verlieren die Muskeln ihre Energie, die Knochen werden brüchig, die Haut spröde und welk, die Elastizität und Ausdauer der Bewegung nimmt ab. Alle diese normalen Vorgänge der senilen Degeneration sind bedingt durch chemische Veränderungen im Plasma, dessen Dissimilation immer mehr die Assimilation überwiegt; sie führen schließlich mit Notwendigkeit zum normalen Tode.

Während die allmähliche Abnahme der Körperkräfte und die senile Degeneration der Organe mit Notwendigkeit den Tod auch des gesündesten Organismus endlich herbeiführen muß, geht dagegen die große Mehrzahl der Menschen lange vor diesem normalen Lebensziele durch Krankheiten zugrunde. Die äußeren Ursachen derselben sind Angriffe von Feinden und Parasiten, Unglücksfälle und ungünstige Lebensbedingungen; diese rufen Veränderungen in den Geweben und den sie zusammensetzenden Zellen hervor, die zunächst einen partiellen Tod einzelner Teile, weiterhin aber den totalen Tod des ganzen Individuums bedingen. Die Veränderungen der lebendigen Substanz, welche dergestalt die Krankheiten und schließlich den vorzeitigen Tod herbeiführen, werden als Nekrobiosen bezeichnet; sie bestehen teils in einfachen Histolysen, d. h. Entartung der Zellen

durch Atrophie, Auflösung, Vertrocknung (Brand) oder Verflüssigung (Kolliquation), teils in Metaplasmosen oder Plasmametamorphosen: fettige, schleimige, kalkige, amyloide Metamorphosen der Zellen. Es war das große Verdienst von Rudolf Virchow, durch seine epochemachende Zellularpathologie (1858) nachgewiesen zu haben, daß alle Krankheiten des Menschen ebenso wie der übrigen Organismen auf derartige Veränderungen der Zellen zurückzuführen sind, welche die Gewebe zusammensetzen. Die Krankheiten selbst mit ihren Leiden (Pathos) ist demnach ein physiologischer Prozeß, ein Leben unter schädlichen und gefahrdrohenden Bedingungen; wie bei allen normalen Lebenserscheinungen, so ist auch bei den abnormen oder pathologischen der letzte Grund in physikalischen und chemischen Prozessen im Plasma zu suchen. Die Pathologie oder Krankheitslehre ist ein Teil der Physiologie. Durch diese Erkenntnis ist allen jenen älteren Vorstellungen der Boden entzogen, die die Krankheit auf ein besonderes „Wesen", einen Dämon oder eine „Fügung Gottes" zurückführen wollten.

Die natürliche physikalische Erklärung des Todes, die uns dergestalt durch die moderne Physiologie und Pathologie möglich geworden ist, hat nicht allein alle jene älteren abergläubischen Vorstellungen über Krankheit und Tod widerlegt, sondern auch eine Reihe von wichtigen metaphysischen Dogmen, die sich vorzugsweise auf jenen mystischen Aberglauben stützten. Dahin gehört vor allem der kindliche Glaube an eine bewußte „Vorsehung", welche die Geschicke der einzelnen Individuen leitet und ihr Todesloos bestimmt. Wir verkennen nicht den hohen subjektiven Wert, den der tröstliche Glaube an eine solche schützende Vorsehung für den bedrängten, von tausend Gefahren bedrohten Menschen besitzt. Wir gönnen dem kindlich-gläubigen Gemüte den Trost und die Hoffnung, die es aus diesem festen „Glauben" schöpft. Da wir aber nicht Beschwichtigung unseres Gemütes durch poetische Fiktionen suchen, sondern

Befriedigung unserer Vernunft durch Erkenntnis der Wahrheit, so müssen wir mit Bedauern darauf hinweisen, daß unsere „reine Vernunft" nicht die Spur eines Beweises für die Existenz und das Wirken einer solchen bewußten „Vorsehung" oder eines „liebenden Vaters im Himmel" finden kann. Täglich lesen wir in den Zeitungen von Unglücksfällen und Verbrechen aller Art, die den Tod von lebensfrohen Menschen „zufällig" herbeigeführt haben; jährlich lesen wir mit Entsetzen die Statistik der vielen tausend Todesfälle, die durch Schiffbrüche und Eisenbahnunfälle, durch Erdbeben und Bergwerkskatastrophen, durch Kriege und Epidemien „zufällig" veranlaßt sind. Und dann sollen wir noch an eine „liebende Vorsehung" glauben, die für jeden einzelnen dieser armen Verunglückten das Todesloos gezogen hat? Wir sollen uns mit den hohlen Phrasen der Leichenreden trösten: „Des Herrn Wille geschehe!" „Gottes Wege sind wunderbar!" Solche fadenscheinige Trostgründe mögen unreife Kinder und gedankenträge Kirchengläubige beschwichtigen; sie reichen nicht mehr aus für die reifen Gebildeten des 20. Jahrhunderts, die ehrlich und furchtlos nach voller Erkenntnis der reinen Wahrheit streben.

Wenn man unsere monistische und naturgemäße Auffassung des Todeslooses als „trostlos" bezeichnet, so müssen wir erwidern, daß die herrschende dualistische Ansicht lediglich auf erblichen Denkgewohnheiten und mystischen Glaubenslehren beruht, die uns in früher Jugend als „Offenbarung" eingeprägt werden. Wenn diese durch die fortschreitende Kultur und Naturerkenntnis beseitigt sind, wird sich ergeben, daß der Mensch dadurch für sein irdisches Leben nur viel gewinnt, nichts verliert. Überzeugt, daß ein ewiges Leben im „Jenseits" nicht zu erwarten ist, wird er um so mehr bestrebt sein, das irdische Leben im „Diesseits" glücklich zu gestalten und in vernünftiger Weise zu seinem eigenen Glück wie zum Besten der menschlichen Gesellschaft zu führen. Wenn man dabei einwendet, daß dann alles

vom blinden Zufall abhängt, nicht von dem bewußten Ziele einer „Vorsehung“ oder einer „sittlichen Weltordnung“, so muß ich zur Entgegnung auf die Erörterungen verweisen, welche ich am Schlusse des 14. Kapitels der „Welträtsel“ über Schicksal und Vorsehung, Ziel, Zweck und Zufall gegeben habe. Wenn man aber fernerhin behauptet, daß unsere realistische Auffassung des Lebens zum Pessimismus führen müsse, so ist auch dieser Einwurf nicht gerechtfertigt.

Die wissenschaftlichen Gründe, welche uns die Annahme einer „persönlichen Unsterblichkeit der Seele“ verbieten, habe ich bereits im 11. Kapitel der „Wl.“ zusammengefaßt. Da aber gerade gegen dieses Kapitel die heftigsten Angriffe von der herrschenden Metaphysik sowohl als von der mit ihr verbündeten christlichen Kirche gerichtet worden sind, muß ich nochmals auf die wichtigsten Punkte zurückkommen. Aus zahlreichen, an mich gerichteten Briefen und vielen philosophischen Gesprächen mit Gebildeten aller Klassen habe ich mich überzeugt, daß kein anderes Dogma so fest sitzt und für so wertvoll gehalten wird als der Athanismus, der feste Glaube an die persönliche Unsterblichkeit. Die meisten Menschen wollen um keinen Preis die Hoffnung aufgeben, daß ihnen in einem unbekannten „Jenseits“ nach dem Tode eine bessere Existenz als im bekannten „Diesseits“ geboten wird, und zugleich Vergeltung für die vielen Leiden und Ungerechtigkeiten, die sie auf dieser Erde haben erdulden müssen. In der Vorstellung dieses paradiesischen „Jenseits“ spielt gewöhnlich noch die größte Rolle das geozentrische Weltbild des Mittelalters. Troels-Lund hat in seinem Buche über „Himmelsbild und Weltanschauung“ gezeigt, wie dasselbe noch tatsächlich bis heute die Metaphysik der meisten Menschen beeinflußt; noch immer ist trotz Kopernikus und Laplace der „Himmel“ die halbkugelige blaue Glasglocke, die sich über der Erde wölbt. Noch heute hören wir alltäglich in „schönen Predigten“ und glanzvollen Tischreden, bei Paraden und Festakten, die Freuden

unseres ewigen Lebens in diesem Himmel preisen; dabei weist der gläubige Redner mit seiner rechten Hand „nach oben" in den unendlichen, von Millionen rotirender Weltkörper durchtobten Himmelsraum, und bedenkt nicht, daß der dadurch angedeutete Radius der Richtung sich in jeder Sekunde ändert und in zwölf Stunden die gerade entgegengesetzte Richtung „nach unten" anzeigt. Andere Athanisten befleißigen sich konkreterer Anschauung und bezeichnen in ihrer gläubigen Phantasie bestimmte Weltkörper als „Wohnort der unsterblichen Seelen". Unsere moderne Kosmologie, Astronomie und Geologie gestatten uns die Übertragung solcher schönen Dichtungsgebilde in die Wissenschaft durchaus nicht, und ebenso wenig liefern uns die moderne Psychologie, Physiologie, Ontogenie und Phylogenie der Seele irgend einen Beweis für den Athanismus.

Der Optimismus betrachtet die Welt von ihrer guten, schönen und liebenswürdigen Seite, der Pessimismus hingegen von der schlechten, häßlichen und abstoßenden Seite. In einzelnen philosophischen und religiösen Systemen ist eine dieser beiden Richtungen konsequent durchgeführt; in den meisten Systemen aber sind beide vermischt. Der konsequente und reine Realismus ist meistens weder optimistisch noch pessimistisch; er nimmt die Welt eben so, wie sie ist: als einheitliches Ganzes, dessen Natur an sich weder gut noch böse ist. Dagegen nimmt der dualistische Idealismus meistens beide Richtungen in sich vereinigt auf und verteilt sie auf seine beiden Welten in der Weise, daß das „Diesseits" (die Erde mit ihren organischen Bewohnern) als ein schlimmes Jammertal pessimistisch beurteilt wird, dagegen das „Jenseits" (der Himmel mit Paradies und Engeln) optimistisch als ein herrlicher Freudenberg, in dem lauter Lust und Glück herrscht. Diese Weltanschauung ist ein Grundelement der meisten dualistischen Religionen und bestimmt sowohl in theoretischer als praktischer Beziehung noch heute die wichtigsten Vorstellungen der Kulturmenschheit.

Als der Begründer des konsequenten Optimismus gilt Gottfried Leibniz, dessen Philosophie den Gegensatz der verschiedenen Systeme durch Herstellung einer künstlichen Harmonie auszugleichen strebt, in der Hauptsache jedoch Dynamismus blieb, ein Monismus, der der modernen Energetik von Ostwald nahe verwandt ist. Eine kompakte Darstellung seines dynamischen Systems gab Leibniz in seiner Monadologie (1714); danach besteht die Welt zwar aus unendlich vielen einzelnen Monaden (die ungefähr unseren „beseelten Atomen" entsprechen); allein dieser Pluralismus wird dadurch zum Monismus übergeführt, daß Gott als „Zentralmonade" alle durch ein substanzielles Band in Verbindung erhält. In seiner „Theodizee" (1710) stellt er dann die Behauptung auf, daß Gott (als „allweiser, allgütiger und allmächtiger Schöpfer der Welt") mit vollkommener Vernunft die „beste unter allen möglichen Welten" geschaffen habe; in der „prästabilierten Harmonie der Welt" sei überall Gottes vollkommene Güte, Weisheit und Allmacht erkennbar; der einzelne Mensch aber, ebenso wie die ganze Menschheit, besitze eine unbeschränkte Vervollkommnungsfähigkeit. Wer die reale Welt wirklich kennt, wer den überall in der organischen Welt wütenden „Kampf ums Dasein" nüchtern betrachtet, wer die unendliche Fülle von Elend und Not aller Art im Menschenleben mitempfindet, kann schwer begreifen, daß ein so scharfsinniger und vielseitig gebildeter Denker, wie Leibniz, in seinem Optimismus beharren konnte. Eher begreiflich ist das bei einem so einseitigen und verschrobenen Metaphysiker wie Hegel, nach dem „alles Wirkliche vernünftig und alles Vernünftige wirklich sein soll!"

Das direkte Gegenteil des konsequenten Optimismus ist der folgerichtige Pessimismus; wenn das bestehende Universum nach ersterem die beste, so ist es nach letzterem die schlechteste unter allen möglichen Welten. Diese pessimistische Grundauffassung hat ihren Ausdruck schon in den ältesten und noch

heute weitestverbreiteten Religionen Asiens gefunden, im Brahmanismus und Buddhaismus; beide indische Religionen sind ursprünglich pessimistisch, zugleich aber atheistisch und idealistisch; das betonte namentlich Schopenhauer, der sie für die vollkommensten von allen Religionen erklärt und ihre wichtigsten Grundgedanken in sein eigenes System aufgenommen hat. Er hält es für „eine schreiende Absurdität, diese elende Welt als die beste unter den möglichen demonstrieren zu wollen; diesen Tummelplatz gequälter und geängstigter Wesen, welche nur dadurch bestehen, daß eines das andere verzehrt, und in welcher mit der Erkenntnis die Fähigkeit Schmerz zu empfinden wächst, welche daher im Menschen ihren höchsten Grad erreicht. Wirklich macht auf diesem Schauplatz der Sünde, des Leidens und des Todes der Optimismus eine so seltsame Figur, daß man ihn für Ironie halten müßte, hätte man nicht an der von Hume aufgedeckten geheimen Quelle desselben (— heuchelnde Schmeichelei gegen Gott, mit beleidigendem Vertrauen auf ihren Erfolg —) eine hinlängliche Erklärung seines Ursprungs. Den handgreiflich sophistischen Beweisen von Leibniz, daß diese Welt die beste unter den möglichen sei, läßt sich ernstlich und ehrlich der Beweis entgegenstellen, daß sie die schlechteste unter den möglichen sei." Übrigens hat weder Schopenhauer, noch der bedeutendste unter den modernen Pessimisten, Eduard Hartmann, die praktischen Konsequenzen des einseitigen Pessimismus gezogen. Man würde ja den „Willen zum Leben" einfach negieren und allen Leiden durch Selbstmord ein Ende machen können.

Indem wir hier den Selbstmord als Konsequenz des extremen Pessimismus berühren, benutzen wir diese Gelegenheit zu einem Seitenblick auf die seltsamen, heute noch darüber bestehenden Widersprüche. Es gibt wenige Probleme des Lebens (ausgenommen die Willensfreiheit und die Unsterblichkeit), über die so widersinnige und gedankenlose

Ansichten bis in die neueste Zeit geäußert worden sind. Für den gläubigen Theisten freilich, der das individuelle Leben als ein „gnädiges Geschenk des lieben Gottes" betrachtet, kann es zweifelhaft sein, ob er dasselbe verschmähen oder zurückgeben darf; — obwohl der freiwillige Opfertod für einen anderen Menschen als hohe Tugend gepriesen wird! Von den meisten „gebildeten Menschen" wird noch heute der Selbstmord als eine schwere Sünde angesehen, und in einigen Ländern (Britannien) gilt noch heute der Versuch dazu für strafbar. Im christlichen Mittelalter, das Hunderttausende von Menschen wegen mangelnder Rechtgläubigkeit oder Hexerei lebendig verbrennen ließ, wurden Selbstmörder durch ein schimpfliches Begräbnis bestraft. Dazu bemerkt schon Schopenhauer: „Offenbar hat doch jeder auf nichts in der Welt ein so unbestrittenes Recht, wie auf seine eigene Person und sein Leben. Wenn die Kriminaljustiz den Selbstmord verpönt, so ist dies entschieden lächerlich!" Die bedeutungsvollen Fortschritte der Befruchtungslehre in den letzten 30 Jahren haben die sichere Erkenntnis festgestellt, daß das individuelle Leben des Menschen, wie aller anderen Wirbeltiere, mit dem Momente beginnt, in welchem die Eizelle der Mutter mit der Spermazelle des Vaters zufällig zusammentrifft; — der blinde Zufall spielt dabei dieselbe gewaltige Rolle, wie bei den wichtigsten anderen Lebensverhältnissen; wohlverstanden in dem wissenschaftlichen Begriffe des Wortes „Zufall", den ich am Schlusse des 14. Kapitels der „Welträtsel" erläutert habe. Die wahre Ursache der persönlichen Existenz ist also nicht das Gnadengeschenk eines liebenden „Vaters im Himmel", sondern die sexuelle Liebe der irdischen zeugenden Eltern; oft sind diesen bekanntlich die Folgen des Liebesaktes nicht einmal erwünscht. Wenn nun dem armen Menschenkind, das ohne seine Schuld aus der befruchteten Eizelle entsprungen ist, das Leben die erhofften Glücksgüter nicht bringt, sondern statt deren eine unendliche Fülle von

Kummer und Not, Krankheit und Elend aller Art, so hat dasselbe unzweifelhaft das Recht, seinen Qualen durch freiwilligen Tod ein Ende zu machen. Das gestattet jede Religion unter bestimmten Umständen, selbst das Christentum mit dem Grundsatz: „Wenn dich dein Auge ärgert, so wirf es von dir!" Die herrschende Moral freilich verwirft den „Selbstmord" unter allen Umständen; aber die fadenscheinigen Gründe dagegen sind unhaltbar und werden dadurch nicht besser, daß man ihnen das Mäntelchen der „Religion" umhängt.

Der freiwillige Tod, durch den der Mensch seinen unerträglichen Leiden ein Ende macht, ist tatsächlich ein Akt der Erlösung. Man sollte daher denselben vernünftiger Weise als Selbsterlösung (Autolyse) bezeichnen und mit aufrichtiger Teilnahme der christlichen Nächstenliebe betrachten; nicht aber mit der pharisäischen Verachtung unserer wurmstichigen Moral als „Selbstmord" brandmarken. Diese übliche Bezeichnung ist ohnehin sinnlos; denn Mord bedeutet doch die absichtliche Vernichtung eines Menschenlebens wider dessen Willen, während der „Selbstmord" aus freier Selbstbestimmung geschieht. Der „Selbstmörder" — richtiger „Selbsterlöser" (Autolyt) ist daher in den meisten Fällen bemitleidenswert, aber nicht verächtlich, oder gar „sündhaft" und strafwürdig. Unsere gewohnte Gesellschaftsmoral bewegt sich aber hier, wie in tausend anderen Fällen, noch heute in den sinnlosesten Widersprüchen. Der moderne „Kulturstaat" hat die „allgemeine Wehrpflicht" eingeführt; er verlangt jetzt von jedem Staatsbürger, daß er auf Kommando sein Leben für das Vaterland läßt, und dabei im Kriege aus irgend welchen politischen Gründen möglichst viel Menschenleben des „Feindes" vernichtet (— eine treffende Illustration zu den Worten des Evangeliums: „Liebet eure Feinde!" —). Aber derselbe Kulturstaat gewährt nicht einmal allen seinen Staatsbürgern die Mittel zur menschenwürdigen Existenz und zur freien geistigen Entwickelung der Indivi-

dualität, — ja nicht einmal das „Recht zur Arbeit", durch die er seine und seiner Familie Existenz fristen kann.

Wir erkennen gern die großen Fortschritte an, die unsere moderne Sozialpolitik zur Besserung des Loses der niederen Volksklassen, zur Förderung der Hygiene, des Unterrichts, des leiblichen und geistigen Wohles der Kulturmenschen herbeigeführt hat; aber wir sind noch immer weit entfernt von den erreichbaren Zielen des allgemeinen Wohlstandes und Glückes, welche die „reine Vernunft" als Programm für die höheren Kulturvölker hingestellt hat. Dabei nimmt Not und Elend in den niederen Volksschichten notwendigerweise immer mehr zu, je weiter die Arbeitsteilung und zugleich die Übervölkerung im Kulturstaate sich entwickelt. Tausende von tüchtigen und arbeitsamen Menschen gehen alljährlich ohne ihre Schuld zugrunde, viele bloß deshalb, weil sie bescheiden und ehrlich sind; Tausende verhungern, weil sie beim besten Willen keine Arbeit finden können; Tausende fallen den herzlosen Ansprüchen unseres eisernen „Maschinenzeitalters" mit seiner hypertrophischen Technik und Industrie zum Opfer. Hingegen sehen wir Tausende von verächtlichen Charakteren zu Glück und Wohlstand gelangen, weil sie in gewissenloser Spekulation ihre Mitmenschen schlau zu betrügen verstehen, oder weil sie den einflußreichen „maßgebenden" Personen der höheren Stellen schmeicheln und dienstwillig sind. Da ist es kein Wunder, wenn die Statistik des Selbstmordes gerade in den höchst entwickelten Kulturstaaten eine beständige Zunahme der Ziffern zeigt. Jeder gute Mensch, der wahre „christliche Nächstenliebe" besitzt, sollte dem hoffnungslos leidenden Bruder die „ewige Ruhe" und Befreiung vom Schmerze gönnen, die er durch freiwillige Selbsterlösung erreicht.

Die siebente Bitte des „Vaterunser", des dritten Hauptstückes des christlichen Katechismus, das Millionen von Christen täglich im Munde führen, lautet:

„Erlöse uns von dem Übel." Wenn wir fragen: „Was ist das?" (— drei Worte, die den besten Teil des ganzen Katechismus bilden! —), so antwortet uns Luther: „Wir bitten in diesem Gebet, als in der Summe, daß uns der Vater im Himmel von allerlei Übel Leibes und der Seele, Gutes und Ehre erlöse; und zuletzt, wenn unser Stündlein kommt, ein seliges Ende beschere, und mit Gnaden von diesem Jammertal zu sich nehme in den Himmel." Wenn wir diese Sätze im Lichte unserer heutigen monistischen Weltanschauung betrachten, müssen wir natürlich von den abergläubischen Vorstellungen des Mittelalters absehen, die noch vor vierhundert Jahren unsere barbarischen Ahnen mit dem Glauben an den „gnädigen Herrn im Himmel" und an die unsterbliche Seele in dessen Paradiespalaste verbanden. Es bleiben dann übrig die Bitten um „Erlösung von allerlei Übel Leibes und der Seele, Gutes und Ehre".

Die Mannigfaltigkeit und Zahl, die Schwere und Qual dieser Übel hat im Kulturleben des 19. Jahrhunderts in demselben Maße zugenommen, in welchen auf der anderen Seite die Fortschritte der Kunst und Wissenschaft, die vernünftigen Reformen unseres persönlichen und sozialen Lebens erstaunlich gewachsen sind. Unser heutiges höheres Kulturleben hat dadurch unendlich an Wert gewonnen, daß im Zeitalter der Dampfmaschinen und der Elektrotechnik Zeit und Raum eine ganz andere Bedeutung erhalten haben; wir können unser häusliches und öffentliches Leben viel angenehmer und nutzbringender gestalten, eine viel größere Summe von geistigen Genüssen in uns aufnehmen, als unseren Großeltern vor hundert Jahren möglich war. Hand in Hand mit den gewaltigen Fortschritten unserer modernen Kultur geht auch ein entsprechender Verbrauch an Nervenenergie; unser Gehirn wird viel stärker angestrengt und abgenutzt, unser Körper viel mehr gereizt und überarbeitet, als es vor hundert Jahren geschah. Viele moderne Kulturkrankheiten nehmen in erschreckendem Maße zu; vor allen for-

dern die Neurasthenie und andere Nervenkrankheiten jährlich eine größere Anzahl von Opfern. Die Irrenhäuser nehmen alljährlich an Zahl und Umfang zu; allenthalben entstehen Sanatorien, in denen der gehetzte Kulturmensch Zuflucht und Heilung von seinen Übeln sucht. Viele von diesen Übeln sind völlig unheilbar, und viele Kranke gehen dem sicheren Tode unter namenlosen Qualen entgegen. Sehr viele von diesen armen Elenden warten mit Sehnsucht auf ihre „Erlösung vom Übel" und sehnen das Ende ihres qualvollen Lebens herbei; da erhebt sich die wichtige Frage, ob wir als mitfühlende Menschen berechtigt sind, ihren Wunsch zu erfüllen und ihre Leiden durch einen schmerzlosen Tod abzukürzen.

Diese Frage ist von eminenter Bedeutung sowohl für die praktische Philosophie als für die juristische und medizinische Lebenspraxis; und da die Ansichten darüber noch heute weit auseinander gehen, erscheint es geboten, sie hier zu berühren. Ich gehe von meiner persönlichen Ansicht aus, daß das Mitleid (Sympathie) nicht nur eine der edelsten und schönsten Gehirnfunktionen des Menschen, sondern auch eine der ersten und wichtigsten sozialen Bedingungen für das gesellige Leben der höheren Tiere ist. Die Gebote der christlichen Liebe, die das Evangelium mit Recht in den Vordergrund der Ethik stellt, sind nicht von Christus zuerst entdeckt, wohl aber von ihm und seinen Jüngern mit größten Erfolge geltend gemacht zu einer Zeit, wo der raffinierte Egoismus die überfeinerte römische Kulturwelt dem Zerfall entgegen führte. Tatsächlich bestanden die natürlichen Gebote der Sympathie und des Altruismus nicht nur Jahrtausende vorher in der menschlichen Gesellschaft, sondern auch bei allen höheren Tieren, die in Herden oder Staaten vereinigt leben; sie haben ihre älteste phylogenetische Wurzel sogar schon in der geschlechtlichen Fortpflanzung der niederen Tiere, in der sexuellen Liebe und Brutpflege (Neomelie), auf der die Erhaltung der Art beruht. Daher sind die modernen Propheten

des reinen Egoismus, Friedrich Nietzsche, Max Stirner usw. in biologischem Irrtum, wenn sie allein ihre „Herrenmoral" an Stelle der allgemeinen Menschenliebe setzen wollen und wenn sie das Mitleid als eine Schwäche des Charakters oder als einen moralischen Irrtum des Christentums verspotten. Gerade in der Betonung des „Mitleidens" liegt der hohe ethische Wert der christlichen Lehre, der immer fortdauern wird, wenn seine morschen Dogmen längst in Trümmer zerfallen sind. Nur sollte man dieses hehre Gebot der Nächstenliebe nicht auf den Menschen allein beschränken, sondern auch auf seine „nächsten Verwandten", die höheren Wirbeltiere, ausdehnen, und überhaupt auf alle Tiere, bei denen wir auf Grund ihrer Gehirnorganisation bewußte Empfindung, das Bewußtsein von Lust und Schmerz annehmen dürfen. So sollten wir namentlich bei den Haustieren, die wir täglich in unserem Dienst verwenden und deren Seelenverwandtschaft mit dem Menschen unzweifelhaft ist, darauf Bedacht nehmen, ihre bescheidenen Lebensfreuden zu vermehren und ihren Schmerz zu vermindern. Treue Hunde und edle Pferde, mit denen wir jahrelang zusammen gelebt haben und die wir lieben, töten wir mit Recht, wenn sie in hohem Alter hoffnungslos erkrankt sind und von schmerzlichen Leiden gepeinigt werden. Ebenso haben wir das Recht, oder wenn man will die Pflicht, den schweren Leiden unserer Mitmenschen ein Ende zu bereiten, wenn schwere Krankheit ohne Hoffnung auf Besserung ihnen die Existenz unerträglich macht und wenn sie selbst uns um „Erlösung vom Übel" bitten. Indessen sind die Ansichten der Ärzte über diese Frage noch sehr verschieden, wie ich aus vielfachen Gesprächen darüber selbst erfahren habe. Viele erfahrene Ärzte, die ihren schweren Beruf mit reiner Menschenliebe und frei von dogmatischen Vorurteilen ausüben, tragen kein Bedenken, die schweren Leiden von hoffnungslosen Kranken auf deren Wunsch durch eine Gabe Morphium oder Zyankalium abzukürzen; tatsächlich wird

ja vielfach durch einen solchen plötzlichen schmerzlosen Tod nicht nur dem Notleidenden selbst, sondern auch seiner mitleidenden Familie der größte Dienst erwiesen. Andere Ärzte hingegen, und wohl die meisten Juristen, sind der Ansicht, daß diese Handlung des Mitleids nicht erlaubt oder sogar ein Verbrechen sei; der Arzt habe die Pflicht, unter allen Umständen das Menschenleben so lange als möglich zu erhalten. Warum?

Indem ich hier eine der wichtigsten und für die ärztlichen Gewissen schwierigsten Fragen der sozialen Ethik berühre, benutze ich die Gelegenheit, die Stellung der Ärzte zur monistischen Philosophie überhaupt zu betrachten. Es ist jetzt ein halbes Jahrhundert verflossen, seitdem ich als Student der Medizin im Juliushospital zu Würzburg die Kliniken besuchte. Zwar habe ich später, nachdem ich 1857 die medizinische Staatsprüfung bestanden, die ärztliche Praxis nur kurze Zeit ausgeübt; aber die gründliche Kenntnis des menschlichen Organismus, seines anatomischen Baues und seiner physiologischen Funktionen, die ich mir dadurch erworben hatte, ist für mich von unschätzbarem Werte geblieben. Nicht allein verdanke ich derselben die solide empirische Grundlage für das spezielle Fachstudium meines Lebens, die Zoologie, sondern auch die monistische Richtung meiner ganzen Weltanschauung. Da die medizinische Bildung in weitestem Sinne die Anthropologie umfaßt — und demnach auch die Psychologie umfassen sollte! —, kann ihr Wert für die spekulative Philosophie gar nicht hoch genug angeschlagen werden. Die scholastischen Metaphysiker, die noch heute die Lehrstühle der Philosophie auf unseren Universitäten als ihr Monopol betrachten, würden ihre dualistischen Grundirrtümer größtenteils vermieden haben, wenn sie sich gründliche Kenntnisse in der menschlichen Anatomie und Physiologie, Ontogenie und Phylogenie erworben hätten. Aber auch die Pathologie, das Studium des kranken Menschen, ist für den Philosophen höchst lehrreich.

Insbesondere gewinnt der Psychologe durch das Studium der Geisteskrankheiten und ihrer Entwicklung, namentlich durch den Besuch der psychiatrischen Klinik, tiefe Einblicke in das Geistesleben, die dem spekulativen Metaphysiker ohne dieselben verschlossen bleiben.

Es gibt nur wenige erfahrene und denkende Ärzte, die den traditionellen Glauben an die „unsterbliche Seele" und den „lieben Gott" wirklich haben festhalten können. Was soll der „unsterbliche Geist im ewigen Leben" des Jenseits machen, wenn er schon hier im Diesseits gänzlich zerrüttet oder schon als Idiot oder Kretin geboren ist? Wie kann der „liebende Allvater" den unglücklichen Verbrecher zu ewiger Höllenstrafe verdammen, da er selbst doch ihn erblich belastet und in verhängnisvolle Umstände versetzt hat, unter denen er, beim Mangel der Willensfreiheit, seine Sünden notwendig begehen mußte? Und wie kann der „allmächtige Gott und Vater der Liebe" die unermeßliche Summe von Not und Elend, Jammer und Unglück verantworten, die er alljährlich im Leben der Familien und der Staaten, in den Hospitälern und Großstädten sich abspielen läßt? Es ist kein Wunder, wenn das alte Sprichwort recht hat: „Ubi tres medici, duo sunt athei" (Unter drei Ärzten sind stets zwei gottlos). Ein medizinischer Studiengenosse von mir war ein alter, ebenso erfahrener als menschenfreundlicher Arzt, der die ganze Welt auf weiten Reisen kennengelernt und dann als Direktor eines großen Krankenhauses die tiefsten Blicke in das Elend der leidenden Menschheit getan hatte. Ursprünglich von frommen Eltern religiös erzogen und mit weichem poetischen Gemüt begabt, war er erst durch das medizinische Studium unter harten Seelenkämpfen an dem liebgewordenen Kinderglauben irre geworden (— ebenso wie ich im 21. Lebensjahre —). Als wir kurz vor seinem Tode über die großen Mysterien der Lebenswunder uns unterhielten, sagte er zu mir: „So wenig ich den Glauben an die unsterbliche Seele und ihre Willens-

freiheit mit meinen psychologischen Erfahrungen vereinigen kann, so wenig vermag ich im ganzen Weltall eine Spur von einer „sittlichen Weltordnung und einer liebevollen Vorsehung" zu finden; wenn wirklich ein bewußter vernünftiger Gott die Welt regiert, so kann diese immaterielle Persönlichkeit kein Gott der Liebe sein, sondern nur ein allgewaltiger Dämon, dessen ständige Unterhaltung ein ewiges, mitleidloses Wechselspiel von „Werden und Vergehen", von „Aufbauen und Zerstören ist." Trotzdem finden sich immer noch hie und da gebildete und intelligente Ärzte, welche den Glauben an die drei Zentralmysterien der Metaphysik festhalten — ein Beweis für die ungeheure Macht der dogmatischen Tradition und der religiösen Vorurteile.

Als ein traditionelles Dogma müssen wir auch die weitverbreitete Meinung beurteilen, daß der Mensch unter allen Umständen verpflichtet sei, das Leben zu erhalten und zu verlängern, auch wenn dasselbe gänzlich wertlos, ja für den schwer Leidenden und hoffnungslos Kranken nur eine Quelle der Pein und der Schmerzen, für seine Angehörigen ein Anlaß beständiger Sorgen und Mitleiden ist. Hunderttausende von unheilbaren Kranken, namentlich Geisteskranke, Aussätzige, Krebskranke usw. werden in unseren modernen Kulturstaaten künstlich am Leben erhalten und ihre beständigen Qualen sorgfältig verlängert, ohne irgend einen Nutzen für sie selbst oder für die Gesamtheit. Besonders lehrreich dafür ist die Statistik der Geisteskranken, die Zunahme der Irrenanstalten und Nervensanatorien in der Gegenwart. In Preußen allein wurden 1890 in den Irrenanstalten 51048 Geisteskranke gepflegt (davon über 6000 allein in Berlin); mehr als der zehnte Teil davon war ganz unheilbar (4000 allein an Paralyse leidend). In Frankreich waren 1871 in Irrenanstalten 49589 Kranke untergebracht (13,8 pro Mille der Bevölkerung), 1888 dagegen 70443 (18,2 pro Mille); also war im Laufe von 17 Jahren die absolute Zahl der Kranken fast um 30% gestiegen (29,6%), wäh-

rend die Zahl der ganzen Bevölkerung nur um 5,6% sich vermehrt hat. In neuester Zeit beträgt die Gesamtzahl der Geisteskranken in den Kulturstaaten durchschnittlich 5—6 pro Mille. Nimmt man die Gesamtzahl der Bevölkerung von Europa auf 390 bis 400 Millionen an, so befinden sich darunter also mindestens zwei Millionen Geisteskranke, und unter diesen mehr als 200 000 Unheilbare. Welche ungeheure Summe von Schmerz und Leid bedeuten diese entsetzlichen Zahlen für die unglücklichen Kranken selbst, welche namenlose Fülle von Trauer und Sorge für ihre Familien, welche Verluste an Privatvermögen und Staatskosten für die Gesamtheit! Wieviel von diesen Schmerzen und Verlusten könnte gespart werden, wenn man sich endlich entschließen wollte, die ganz Unheilbaren durch eine Morphiumgabe von ihren namenlosen Qualen zu befreien! Natürlich dürfte dieser Akt des Mitleids und der Vernunft nicht dem Belieben eines einzelnen Arztes anheimgestellt werden, sondern müßte auf Beschluß einer Kommission von zuverlässigen und gewissenhaften Ärzten erfolgen. Ebenso müßte auch bei anderen unheilbaren und schwer leidenden Kranken (z. B. Krebskranken) die „Erlösung vom Übel" nur dann durch eine Dosis schmerzlos und rasch wirkenden Giftes erfolgen, wenn sie ausdrücklich auf deren eigenen, eventuell gerichtlich protokollierten Wunsch geschehe, und durch eine vereidete Kommission ausgeführt würde.

Die alten Spartaner verdankten einen großen Teil ihrer hervorragenden Tüchtigkeit, sowohl körperlicher Kraft und Schönheit, als geistiger Energie und Leistungsfähigkeit, der alten Sitte, neugeborene Kinder, die schwächlich und krüppelhaft waren, zu töten. Dieselbe Gewohnheit findet sich noch heute bei manchen Naturvölkern und Barbaren. Als ich 1868 (im 7. Vortrage der Nat. Schöpf.) auf die Vorzüge dieser spartanischen Selektion und ihren Nutzen für die Verbesserung der Rasse hingewiesen hatte, erhob sich in frommen Blättern ein gewaltiger Sturm

der Entrüstung, wie jedesmal, wenn die „reine Vernunft" es wagt, den herrschenden Vorurteilen und traditionellen Glaubenssätzen der öffentlichen Meinung entgegen zu treten. Ich frage dagegen: Welchen Nutzen hat die Menschheit davon, daß die Tausende von Krüppeln, die alljährlich geboren werden, Taubstumme, Kretinen, mit unheilbaren erblichen Übeln Belastete usw. künstlich am Leben erhalten und groß gezogen werden? Und welchen Nutzen haben diese bemitleidenswerten Geschöpfe selbst von ihrem Leben? Ist es nicht viel vernünftiger und besser, dem unvermeidlichen Elend, das ihr armseliges Leben für sie selbst und ihre Familie mit sich bringen muß, gleich von Anfang an den Weg abzuschneiden? Man darf dagegen nicht den Einwand machen, daß die Religion das verbiete; das Christentum gebietet vielmehr, das Leben für unsere Brüder zu lassen, und es von uns zu werfen, wenn es uns ärgert, d. h. wenn es eine nutzlose Qual für uns selbst und unsere Angehörigen ist. In Wahrheit sträubt sich dagegen vielmehr das sogenannte „Gemüt" und die traditionelle Macht der Sitte, d. h. der erblichen Gewohnheit, der schon im frühesten Jugendunterricht der Mantel der Religion umgehängt wird, mag sie auch noch so sehr auf Unvernunft und Aberglauben begründet sein. Solche „heilige Sitten" sind eben zum großen Teil die schädlichsten Unsitten! „Es schleppen sich Gesetz und Rechte wie eine ewige Krankheit fort," — das gilt auch für die sozialen Gewohnheiten und Sitten, von denen Gesetz und Rechte abstammen. Das Gemüt aber sollte in so wichtigen ethischen Fragen niemals die Gründe der reinen Vernunft aufheben. Wie ich schon im 1. Kap. der „Welträtsel" betonte, ist das Gemüt zwar eine sehr liebenswürdige, aber zugleich höchst gefährliche Gehirnfunktion; mit der Erkenntnis der Wahrheit hat dasselbe so wenig zu tun wie die sogenannte „Offenbarung".

Sechstes Kapitel

PLASMA

Die lebendige Substanz. Physik, Chemie und Struktur des Plasma. Karyoplasma und Cytoplasma. Plasma-Diffacte und Plasma-Produkte.

Unter dem Namen Plasma — im weitesten Sinne! — begreifen wir ganz im allgemeinen die „Lebendige Substanz", oder alle Körper, die aktiv als die „materielle Grundlage der organischen Lebenserscheinungen" sich zeigen. Gewöhnlich wird dafür noch die Bezeichnung „Protoplasma" verwendet; indessen hat dieser älteste, historisch wichtige Begriff infolge vielfach verschiedener Verwendung eine so mannigfaltige Wandlung der Bedeutung nach Inhalt und Umfang erfahren, daß es zweckmäßig ist, ihn nur noch im engeren Sinne zu gebrauchen. Dazu kommt, daß in den letzten Jahren die Untersuchungen über das Protoplasma eine gewaltige Ausdehnung erfahren haben und dabei zahlreiche neue Namen aufgestellt worden sind, die alle aus dem Worte Plasma und einem untergeordneten Attribut zusammengesetzt sind; sie erscheinen als „besondere Arten" des allgemeinen „Plasmabegriffes" oder als „spezielle Modifikationen" dieser „generellen Grundsubstanz", so z. B. Metaplasma, Archiplasma usw.

Der Botaniker Hugo Mohl, der 1846 den Begriff des Protoplasma aufstellte, verstand darunter einen Teil des Inhaltes der gewöhnlichen Pflanzenzelle, nämlich jene zähflüssige, von Schleiden als „Zellenschleim" bezeichnete Substanz, die an der Innenfläche der Zellulosewand sich ausbreitet, oft auch ein veränderliches Netzwerk oder Gerüst innerhalb des

wässerigen Zellsaftes bildet und charakteristische Bewegungen zeigt. Mohl unterschied diese bedeutungsvolle Wandschicht — als wesentlichen Bestandteil der Pflanzenzelle! — unter dem Namen „Primordialschlauch" und nannte dessen Substanz, als chemisch von den übrigen Zellteilen verschieden, Protoplasma, d. h. das zuerst Gebildete, das „älteste Gebilde" des Organismus. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, daß Mohl, der Begründer des Protoplasmabegriffes, denselben rein chemisch auffaßte, nicht morphologisch, wie Oskar Hertwig und viele neuere Zellenforscher. Ich werde diesen ursprünglichen chemischen Begriff des Protoplasma — oder kurz „Plasma" — beibehalten. In diesem Sinne verstand ihn auch Max Schultze, der 1860 die außerordentliche Bedeutung und allgemeine Verbreitung desselben in allen lebenden Zellen nachwies und die wichtige Reform der Zellentheorie herbeiführte, die wir später besprechen werden.

Die Verwechslung des chemischen und des morphologischen Begriffes von Protoplasma ist überaus verhängnisvoll für die neuere Biologie geworden und hat große Verwirrung herbeigeführt. Sie rührt daher, daß meistens der Gegensatz zwischen den beiden wesentlichen Bestandteilen des modernen Zellbegriffes, der anatomische Unterschied zwischen Zellenkern und Zellenleib, nicht klar formuliert wurde. Der innere Zellkern (Nucleus oder Karyon) erschien als ein fester, geformter, morphologisch bestimmter Zellbestandteil; die äußere weichere Masse hingegen, die wir jetzt Zellenleib nennen (Celleus oder Cytosoma), als „formloses", nur chemisch definierbares „Protoplasma". Erst viel später ergab sich, daß auch die chemische Beschaffenheit des Zellkerns derjenigen des Zellenleibes nächst verwandt ist, und daß man das „Karyoplasma" des ersteren mit dem „Zytoplasma" des letzteren passend unter dem allgemeinen Begriff des Plasma vereinigen kann. Alle übrigen Substanzen, die sonst noch im lebendigen Organismus vorkommen, sind Produkte oder Derivate dieses aktiven Plasma.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, die wir demgemäß dem Plasma — als dem universalen „Träger aller Lebenserscheinungen" (— oder der „physikalischen Basis des Lebens", wie Huxley sagte —) zuschreiben müssen, ist es natürlich von höchster Wichtigkeit, alle Eigenschaften desselben, und zunächst die chemischen, klar festzustellen. Diese Aufgabe wird aber dadurch sehr erschwert, daß das Plasma in den meisten organischen Zellen mit anderen Substanzen, mit den mannigfaltigsten „Plasmaprodukten" eng verbunden und selten rein zu isolieren, nirgends aber in größerer Menge ganz rein zu erhalten ist. Wir sind also hier größtenteils auf die unvollkommenen, oft vieldeutigen Ergebnisse der mikroskopischen und mikrochemischen Forschung angewiesen.

In allen Fällen, wo es unter großen Schwierigkeiten gelungen ist, das Plasma möglichst rein zu untersuchen und von den Plasmaprodukten zu sondern, erscheint es als eine farblose, zähflüssige Masse, deren wichtigste physikalische Eigenschaft ihre eigentümliche Dichtigkeit, ihr besonderer Aggregatzustand ist. Die Physik unterscheidet an den anorganischen Naturkörpern bekanntlich drei verschiedene Aggregatzustände, den festen, flüssigen und gasförmigen. Das aktive lebende Protoplasma kann, streng genommen, weder als „tropfbar flüssig", noch als „fest" im Sinne der Physik aufgefaßt werden; vielmehr nimmt es einen mittleren Zustand zwischen beiden ein, der am einfachsten als „festflüssig" oder zähflüssig bezeichnet werden kann; am besten vergleichbar einer erkaltenden Gallerte oder Leimlösung. Wie bei dieser letzteren alle Zwischenstufen der „erstarrenden" Masse zwischen dem „ganz festen" Körper und der „tropfbaren Flüssigkeit" sich finden, so gilt dasselbe auch vom Plasma. Die Ursache dieser „weichen Beschaffenheit" ist der ansehnliche Wassergehalt der lebenden Substanz, der meistens mehr als die Hälfte ihres Volumens und ihres Gewichts beträgt. Das Wasser ist zwischen den Plasmamolekülen oder den kleinsten Teilchen der „lebendigen Substanz" in ähn-

licher Weise verteilt, wie das Kristallwasser in den Salzkristallen, aber mit dem wesentlichen Unterschiede, daß seine Menge im Plasma sehr veränderlich ist und beständig wechseln kann. Darauf beruht die Quellungsfähigkeit oder das Imbibitionsvermögen des Plasma, die leichte Beweglichkeit seiner Moleküle, die für das Zustandekommen der Lebenstätigkeiten von höchster Bedeutung ist. Dieses Quellungsvermögen hat aber für jede Plasmaart seine bestimmte Grenze; das lebendige Plasma löst sich nicht im Wasser auf, sondern setzt dem weiteren Eindringen von Wasser jenseits dieser Grenze absoluten Widerstand entgegen.

Die Chemie der „lebendigen Substanz" ist der wichtigste und interessanteste, aber auch zugleich der schwierigste und dunkelste Teil der gesamten biologischen Chemie. Trotz der unzähligen, scharfsinnigen und sorgfältigen Untersuchungen, die darüber in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts von den tüchtigsten Physiologen und Chemikern angestellt wurden, sind wir noch heute von einer befriedigenden Lösung dieser biologischen Fundamentalaufgabe weit entfernt. Das liegt einerseits an den außerordentlichen Schwierigkeiten, die sich der Herstellung des reinen lebendigen Plasma und seiner empirischen chemischen Analyse entgegenstellen, anderseits an den vielfachen Irrungen und Mißverständnissen, die sich aus der einseitigen Behandlung der schwierigen Aufgabe, und namentlich aus der Verwechslung des chemischen und morphologischen Begriffes des Plasma ergeben. So erklären sich die auffälligen Widersprüche, welche darüber noch heute zwischen den angesehensten Chemikern und Physiologen, Zoologen sowohl als Botanikern, sich gegenüberstehen. Da wir auf die bezügliche umfangreiche, höchst verwickelte und widerspruchsreiche Literatur hier nicht eingehen können, begnüge ich mich mit einer kurzen Zusammenfassung der Ergebnisse, zu denen ich durch meine eigenen (1859 begonnenen) Plasmastudien gelangt bin.

Gleich am Eingange dieser fundamentalen Betrachtung müssen wir zunächst darüber klar werden, daß Protoplasma (— in der allgemeinsten hier festgehaltenen Bedeutung! —) ein chemischer Begriff ist, und nicht ein „Gemenge von verschiedenen Substanzen" oder ein „Gemisch von einer kleinen Menge fester Substanzen mit reichlicher Flüssigkeit". Sehr treffend bemerkt hierüber der Biochemiker Richard Neumeister (l. c. p. 45): „Wir suchen das Wesen des Protoplasma in eigentümlichen Vorgängen, die sich in seiner Materie abspielen. Das Protoplasma ist für uns ein chemischer Begriff, und zwar so ausgesprochen, daß sich die höchsten chemischen Leistungen, welche überhaupt denkbar sind, in ihm verkörpern." Auch die Auffassung von Oskar Hertwig, daß die lebende Substanz ein „Gemisch" oder ein „Gemenge" zahlreicher chemischer Stoffe sei, muß ich von meinem Standpunkt aus ablehnen; denn als Gemisch oder Gemenge bezeichnet doch die chemische Ausdrucksweise verschiedenartige Gase oder pulverförmige Substanzen, welche sich gegeneinander völlig indifferent verhalten, eine Eigenschaft, die bei den verschiedenen Bestandteilen des Protoplasma gewiß nicht vorliegt. Wenn man von der lebenden Substanz oder dem Protoplasma spricht, so schließt diese allgemeine Bezeichnung natürlich nicht aus, daß die lebende Materie in jedem besonderen Fall eine ganz spezifische Zusammensetzung besitzt. — Wenn dagegen viele Biologen noch heute das „Protoplasma" als ein „Gemenge verschiedener Substanzen" auffassen, so rührt dieser Irrtum meistens daher, daß sie den chemischen Begriff nicht scharf von dem morphologischen unterscheiden, und daß sie gewisse Strukturverhältnisse des Plasma als primär betrachten, die erst sekundär im Zellenkörper selbst als Produkte seiner Lebenstätigkeit auftreten.

Schon die älteren Biologen, die zuerst den Begriff des Protoplasma aufstellten und näher untersuchten, erkannten, daß diese „lebendige Substanz" zu der chemischen Gruppe der Eiweißkörper (Albumine oder

Proteïne) gehöre. Die zahlreichen Merkmale, durch welche sich diese stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen von allen anderen chemischen Verbindungen qualitativ unterscheiden, das Verhalten gegen Säuren und Basen, die eigentümlichen Farbenreaktionen gegen gewisse Salze, die Zersetzungsprodukte usw., verhalten sich bei sämtlichen Plasmakörpern ebenso wie bei sämtlichen anderen Eiweißkörpern. Damit stimmt auch das Ergebnis der quantitativen Analyse überein. So verschieden sich auch sonst im einzelnen die mannigfaltigen Plasmakörper verhalten, so zeigen sie doch stets dieselbe allgemeine Zusammensetzung aus den fünf „organogenen Elementen" wie die übrigen Albuminkörper, nämlich dem Gewicht nach: 51—54% Kohlenstoff, 21—23% Sauerstoff, 15—17% Stickstoff, 6—7% Wasserstoff und 1—2% Schwefel. Die Art und Weise, in welcher die Atome dieser fünf Elemente im Albumin verbunden und ihre Moleküle gruppiert sind, ist aber höchst verwickelt und mannigfaltig; daher erfordert die Frage nach der chemischen Natur der Plasmakörper zunächst einen Blick auf die größere Gruppe der Eiweißkörper, zu der sie gehören.

Unter allen uns bekannten Körpern sind die Kohlenstoffverbindungen, die man unter dem chemischen Begriff der Albumine oder Proteïne zusammenfaßt, die merkwürdigsten, leider aber zugleich die wenigst bekannten. Denn ihre genauere Erforschung stößt auf außerordentliche Schwierigkeiten, mehr als in jeder anderen Gruppe von chemischen Verbindungen. Wie ungefähr das gewöhnliche Eiweiß sich verhält, weiß jedermann aus dem durchsichtigen, zähflüssigen Eiweiß, das die gelbe Dotterkugel im Hühnerei umhüllt und das beim Kochen zu einer weißen, undurchsichtigen, festen Masse gerinnt. Aber diese besondere Albuminform, wie sie in größerer Menge aus den großen Eiern der Vögel und Reptilien leicht zu gewinnen ist, stellt nur eine von den unzähligen Eiweißarten oder „Proteïnspezies" dar, wie sie in den Körpern der verschiedenen Tiere und Pflanzen zu

finden sind. Die Chemiker haben jedoch bisher sich umsonst bemüht, die chemische Struktur dieser rätselhaften Proteïnverbindungen zu ermitteln. Nur selten kann man sie in chemisch-reiner Form als Kristalle darstellen. Meistens erscheinen sie als Kolloide, d. h. als unkristallinische Gallertmassen, welche dem Durchgang durch poröse Scheidewände bei der Diosmose einen viel größeren Widerstand entgegensetzen als die Kristalle (vgl. oben S. 47). Aber trotzdem es noch nicht gelungen ist, die molekulare Konstitution der Albumine genau zu erkennen, haben doch die sorgfältigen darauf gerichteten Bemühungen der Chemiker zu einigen allgemeinen Ergebnissen geführt, die für uns von großer Wichtigkeit sind. Dahin gehört vor allem die allgemeine Auffassung ihrer Molekularkonstitution.

Die Moleküle sind die kleinsten gleichartigen Teile, in die sich die Masse eines jeden Naturkörpers zerlegen läßt, ohne seinen chemischen Charakter zu verändern. Die Moleküle jeder chemischen Verbindung sind daher aus zwei oder mehreren ungleichartigen Atomen zusammengesetzt. Je größer die Zahl der Atome in jeder Verbindung, desto höher ist ihr Molekulargewicht. Die Zwischenräume zwischen den Molekülen und den sie zusammensetzenden Atomen sind von dem unwägbaren, höchst elastischen Äther erfüllt. Da auch die größten Moleküle einen sehr kleinen Raum einnehmen und auch bei stärkster Vergrößerung weit unter der Grenze der Sichtbarkeit bleiben, so beruhen alle Vorstellungen über deren Zusammensetzung auf allgemeinen physikalischen Theorien und besonderen chemischen Hypothesen. Trotzdem ist die Stereochemie, die moderne Wissenschaft von der Molekularstruktur der chemischen Verbindungen, nicht nur ein vollberechtigter Teil der Naturphilosophie, sondern sie gibt uns auch die wichtigsten Aufschlüsse über die gegenseitigen Beziehungen der Elemente und die unsichtbaren Bewegungen der Atome bei deren Bildung. Ferner führt sie uns dazu, die relative Größe der Moleküle und die

Zahl der in ihnen gruppenweise vereinigten Atome annähernd zu berechnen. Gerade die Eiweißkörper bieten aber dieser Berechnung die allergrößten Schwierigkeiten, und die Verhältnisse ihrer Struktur sind bisher größtenteils dunkel geblieben. Dennoch sind die bezüglichen Forschungen zu gewissen allgemeinen Anschauungen gelangt, die wir in folgenden Sätzen formulieren können: 1. Das Albuminmolekül ist außerordentlich groß, daher sein Molekulargewicht sehr hoch (höher als in den meisten oder in allen anderen Verbindungen); 2. die Zahl der Atome, die dasselbe zusammensetzen, ist sehr groß (wahrscheinlich weit über tausend); 3. die Lagerung der Atome und Atomgruppen im Eiweißmolekül ist sehr verwickelt und zugleich sehr labil, d. h. sehr veränderlich, leicht verschiebbar. Diese Eigenschaften, die die moderne Chemie allen Eiweißkörpern zuschreibt, gelten auch für alle Plasmakörper; für diese aber in erhöhtem Maße, da der Stoffwechsel in der lebendigen Substanz eine beständige Umlagerung der Atome bedingt. Diese wird nach der Anschauung von Franz Hofmeister u. a. durch die Bildung von Fermenten oder Enzymen bewirkt, d. h. durch Katalysatoren von kolloidaler Struktur. In physiologischem Sinne hat Verworn diese Plasmamoleküle als Biogene bezeichnet.

Die tiefen Einblicke, die uns die vergleichende Anatomie in die Bedeutung und das Wesen der Organe, die vergleichende Histologie in diejenige der Zellen gegeben hat, mußte naturgemäß den Wunsch erregen, auf dem gleichen Wege auch in die Elementarstruktur des Plasma, als des wichtigsten aktiven Zellbestandteiles, einzudringen. Die vervollkommneten Methoden der modernen Zellforschung, die großen Fortschritte, die die heutige Zytologie dem Mikrotom, der Mikrochemie mit ihren raffinierten Färbungsmethoden usw. verdankt, haben daher in den letzten drei Dezennien zahlreiche Beobachter veranlaßt, die feinsten Strukturverhältnisse des Elementarorganismus zu erforschen, und auf dieser Grund-

lage Hypothesen über die „Elementarstruktur des Protoplasma" aufzubauen. Fast alle diese theoretischen Vorstellungen, insofern sie die feinere Struktur des reinen Plasma ermitteln wollen, leiden an einem schwerwiegenden Grundfehler: sie betreffen mikroskopische Strukturen, welche nicht dem Plasma als solchem (als chemischem Körper) zukommen, sondern dem Zellenleibe (Zytosoma), dessen wichtigster aktiver Bestandteil das Plasma in Wahrheit ist; diese Mikrostrukturen sind nicht die bewirkenden Ursachen des Lebensprozesses, sondern dessen Produkte. Sie sind phylogenetische Erzeugnisse der mannigfaltigen Differenzierungen, die das ursprünglich homogene und strukturlose Plasma im Laufe vieler Jahrmillionen allmählich erfahren hat. Ich betrachte daher alle diese „Plasmastrukturen" (die Waben, Faden, Körnchen usw.) nicht als ursprünglich, primär gegeben, sondern als erworben, sekundär entwickelt. Soweit diese Strukturen wirklich das Plasma als solches betreffen, kann man das letztere nur als Metaplasma bezeichnen, d. h. als differenziertes, durch den Lebensprozeß selbst verändertes Plasma. Das wahre Protoplasma, als eine zähflüssige, ursprünglich chemisch homogene Substanz, kann nach unserer Überzeugung noch keine anatomische Struktur besessen haben.

Der weitaus größte Teil des Plasma, das als aktive „lebendige Substanz" in den Organismen zur Untersuchung gelangt, ist Metaplasma, d. h. „Sekundärplasma", dessen ursprünglich homogene Substanz durch phyletische Differenzierungen im Laufe vieler Jahrmillionen bestimmte Strukturen erlangt hat. Diesem modifizierten, sekundär veränderten Plasma steht gegenüber das ursprüngliche einfache Primärplasma, aus dessen Umbildung es entstanden ist; für diese ursprünglich homogene Form des strukturlosen Plasma könnte zweckmäßig der Begriff des Protoplasma im engeren Sinne beibehalten werden; da dieser Begriff aber jetzt fast alle feste Bedeutung verloren hat und in vielfach verschiedenem Sinne verwendet wird,

ist es vielleicht zweckmäßiger, dieses rein homogene Primärplasma als Archiplasma zu bezeichnen. Dasselbe findet sich noch gegenwärtig vor: Erstens im Körper vieler (nicht aller) Moneren, bei einem Teile der Chromaceen und Bakterien, bei Protomoeben und Protogenes; zweitens im Körper vieler ganz junger Protisten und jugendlicher Gewebzellen; in diesem Falle jedoch schon mit der chemischen Differenz von innerem Karyoplasma und äußerem Zytoplasma. Wenn man solche jugendliche Zellen mit Hilfe der modernen Färbungstechnik unter der stärksten Vergrößerung untersucht, so erscheint ihr Protoplasma völlig homogen und strukturlos, oder es sind nur äußerst feine Körnchen regellos in demselben zerstreut, die als Produkte des Stoffwechsels angesehen werden. Am leichtesten überzeugt man sich davon bei vielen Rhizopoden, namentlich Amoeben, Thalamophoren und Mycetozoen. Es gibt große Amoeben, die aus ihrem einzelligen Körper starke bewegliche Lappenfüßchen vorschieben, als breite lappenförmige Fortsätze des nackten Zellenleibes, die ihre Form, Größe und Lage beständig verändern. Tötet man diese und untersucht sie mit Hilfe der besten Färbungsmethoden, so erscheint doch jedes Bemühen, irgendwelche Struktur in denselben wahrzunehmen, vergeblich; und dasselbe gilt von den Pseudopodien der Mycetozoen und vieler anderen Rhizopoden. Zudem beweist die langsam fließende Bewegung des flüssigen Protoplasma deutlich, daß eine Zusammensetzung aus festen feineren Formbestandteilen hier nicht vorhanden sein kann. Besonders klar tritt das bei jenen Amoeben und Mycetozoen hervor, bei denen eine hyaline, festere und körnchenfreie Rindenschicht (Hyaloplasma) von einer trüben, weicheren und körnchenhaltigen Markschicht (Polioplasma) mehr oder weniger gesondert ist; da beide zähflüssig sind und ohne scharfe Grenze ineinander übergehen, sind beständige geformte Strukturverhältnisse in denselben ohnehin ausgeschlossen.

Das organische Leben — in seiner niedersten und

einfachsten Form betrachtet — ist nichts weiter, als eine Art Stoffwechsel, also ein rein chemischer Prozeß. Die gesamte Lebenstätigkeit der Chromaceen, als der einfachsten und ältesten Organismen, die wir kennen, beschränkt sich auf denjenigen Prozeß des Stoffwechsels, den wir Plasmodomie oder Karbonassimilation nennen. Die homogenen und strukturlosen kugeligen Plasmakörner, die den ganzen Organismus dieser primitiven Protophyten (Chroococcus, Aphanocapsa usw.) in der denkbar einfachsten Form darstellen, erschöpfen ihre ganze Lebenstätigkeit im Prozesse der Selbsterhaltung; sie erhalten ihr Individuum mittelst ihres einfachen Stoffwechsels; sie wachsen durch Ansatz von neuem Plasma mittelst desselben, und sie zerfallen durch Halbierung in zwei gleiche kugelige Plasmakörner, wenn das Wachstum ein gewisses Größenmaß überschreitet: Fortpflanzung durch Zweiteilung — Erhaltung der Art. So wenig diese Chromaceen besondere Organe — oder besser: Organelle — an ihrem einfachen Plasmakörper unterscheiden lassen, so wenig sind auch verschiedene Arbeiten an ihrem Lebensprozeß zu sondern; derselbe erschöpft sich in der primitiven Arbeit ihres vegetalen Stoffwechsels. Wir werden später sehen, daß es sich hier um einen rein chemischen Prozeß handelt, der der Katalyse anorganischer Verbindungen ähnlich ist; für diesen bedarf es weder besonderer Organe, noch feinerer Elementarstrukturen des Plasma. Der „Zweck" ihres Lebens — die Selbsterhaltung — ist ebenso einfach erreicht, wie bei der Katalyse irgendeiner anorganischen Verbindung, oder bei der Kristallbildung in der Mutterlauge.

Vergleicht man diese einfachste Lebenstätigkeit der Moneren mit derjenigen der hoch differenzierten Protisten (z. B. Diatomeen und Desmidiaceen, Radiolarien und Infusorien), so erscheint der biologische Abstand ungeheuer groß; noch weit größer natürlich, wenn man den Vergleich auf die Histonen ausdehnt, auf die hochorganisierten Metaphyten und

Metazoen, in deren Körper Millionen von Zellen zur Arbeit der verschiedenen Gewebe und Organe zusammenwirken.

Bei der großen Mehrzahl aller Zellen — ebensowohl der autonomen Protistenzellen, wie der Gewebzellen der Histonen, — sind mehr oder weniger bestimmte und beständige feinere Strukturverhältnisse im Plasma nachzuweisen; wir fassen sie stets als phyletische, sekundär entstandene Produkte des Lebensprozesses auf und betrachten demnach dieses differenzierte Plasma als Metaplasma. Die mannigfaltige Deutung der mikroskopischen Bilder, die dieses Metaplasma gewährt, hat zu sehr verschiedenen Auffassungen und Kontroversen geführt; dabei spielte eine große Rolle der Wunsch, in diesen sekundären Plasmastrukturen die primären Ursachen der Lebenstätigkeit oder die eigentlichen feinsten Elementarorganelle der Zelle zu entdecken. Die wichtigsten der verschiedenen, darüber aufgestellten Theorien sind die Lehren von der Schaumstruktur (Bütschli 1892), der Gerüststruktur (Frommann 1875), der Fadenstruktur (Flemming 1882) und der Körnchenstruktur (Altmann 1890). Alle diese Strukturtheorien gelten für das Plasma im allgemeinen; aber auch im besonderen für seine beiden Hauptformen, das Karyoplasma des Zellkerns und das Zytoplasma des Zellenleibes.

Unter den vielen verschiedenen Versuchen, einen bestimmten feineren Bau in der lebendigen Substanz nachzuweisen, hat neuerdings die Theorie der Schaumstruktur (auch als Wabenstruktur oder Alveolarstruktur bezeichnet) den meisten Beifall gefunden. Namentlich hat Otto Bütschli in Heidelberg auf Grund vieljähriger sorgfältiger Untersuchungen und Experimente sie zur Grundlage unserer Anschauungen über das Plasma zu erheben versucht. Unzweifelhaft zeigt das lebende Plasma zahlreicher Zellen einen feineren Bau, der am besten mit einem feinblasigen Seifenschaum verglichen wird; in einer Flüssigkeit liegen unzählige Bläschen dicht aneinandergedrängt

und platten sich durch gegenseitigen Druck zu polyedrischen Hohlräumen ab. Bütschli stellte 1892 sehr feine Ölschäume künstlich dadurch her, daß er Olivenöl mit Rohrzucker oder Pottasche sehr fein verrieb und dann ein Tröpfchen dieser Masse in einem Wassertropfen unter das Mikroskop brachte. Die einzelnen kleinen Zuckerteilchen wirkten dann durch Diffusion anziehend auf die Wasserteilchen, diese drangen in die Ölmasse ein, lösten den Zucker und bildeten damit kleine Bläschen. Da sich die Bläschen von Zuckerwasser mit dem Öl nicht vermischen, erscheinen sie als allseitig abgeschlossene Hohlräume, die sich durch gegenseitigen Druck polyedrisch abplatten. Die auffällige Ähnlichkeit dieser künstlich erzeugten „Ölseifenschäume" mit den natürlichen, mikroskopisch sichtbaren Strukturen vieler Plasmaarten kann um so wichtiger erscheinen, als von Bütschli, Georg Quincke u. a. auch ähnliche Strömungen in beiden beobachtet wurden; und da diese scheinbar spontanen Bewegungen sich physikalisch erklären, auf Adhäsion, Imbibition und andere mechanische Ursachen zurückführen lassen, schien sich hier die Aussicht zu öffnen, auch die scheinbar „vitalen" Bewegungen des lebendigen strömenden Plasma auf rein physikalische Kräfte zurück zu führen. In neuester Zeit hat namentlich Ludwig Rhumbler in Göttingen, ein sehr genauer Kenner der Rhizopoden, in diesem Sinne eine „Physikalische Analyse von Lebenserscheinungen der Zelle" zu geben versucht. Gegenwärtig hat die Schaumtheorie unter den verschiedenen Versuchen, eine feinere Plasmastruktur als wesentliche anatomische Grundlage zur Erklärung der physiologischen Funktionen festzustellen, die überwiegende Geltung gewonnen. Jedoch ist zu bemerken, daß unter diesem Begriffe oft mehrere verschiedene Erscheinungen verwechselt werden, nämlich einerseits gröbere Schaumbildung durch Wasseraufnahme in die lebendige Substanz, anderseits unsichtbare hypothetische Molekularstruktur; beide sind begrifflich von der feineren Plasmastruktur, die bei

starker Vergrößerung sichtbar ist, wohl zu unterscheiden; aber die Grenze ist schwer festzustellen.

Eine zweite Ansicht von dem feineren Bau des Plasma, die schon vor Anerkennung der Schaumtheorie vielen Beifall gefunden hatte, wurde 1875 von Karl Frommann und Karl Heitzmann aufgestellt, auch durch Leydig, Schmitz u. a. vertreten; sie deutet das netzförmige Bild der mikroskopischen Plasmaerscheinung in anderer Weise. Sie nimmt an, daß das Plasma aus einem Gerüst von netzförmig verbundenen feinsten Fäden oder Fibrillen bestehe, die sich innerhalb des mit Flüssigkeit gefüllten Zellraums ausbreiten und verzweigen; man vergleicht diese Bildung auch einem Schwamm und spricht von einer spongiösen Struktur. Auch solche Gerüststrukturen kann man künstlich erzeugen, indem man z. B. eine dicke Leimlösung oder Eiweißlösung durch Zusatz von Alkohol oder Chromsäure zur Gerinnung bringt. Unzweifelhaft gibt es auch solche „Plasmagerüste" sowohl im Zellkern als im Zellenleibe; allein dieselben sind meistens (oder immer?) sekundär entstandene Organisationsprodukte des Elementarorganismus („Zellorgane"), aber nicht elementare Strukturen seines Plasma. Auch gibt der optische Querschnitt eines Schaumwerkes oder Wabenkörpers, im Mikroskop als Flächenbild gesehen, dieselbe Konfiguration, wie ein feineres Gerüst. Der Unterschied zwischen beiden Deutungen ist kaum festzustellen. Als allgemeine Fundamentalstruktur des Plasma ist die Gerüstbildung sicher nicht anzunehmen.

Da im Plasma vieler Zellen, sowohl im Karyoplasma des Zellkernes als im Zytoplasma des Zellenleibes, sehr feine Fäden wahrzunehmen sind, glaubte der Zytologe Flemming in Kiel (1882) im Plasma aller Zellen derartige feine Fadenstrukturen annehmen zu können und gründete darauf seine Filartheorie des Plasma. Er nimmt an, daß in der lebendigen Substanz allgemein zwei chemisch verschiedene Plasmaarten zu unterscheiden sind, die Fadensubstanz (Filarmasse) und die Zwischensubstanz (Interfilarmasse).

Die feinen Fäden der ersteren sind bald länger, bald kürzer, verlaufen bald einfach und getrennt, bald verästelt und netzförmig verbunden (Mitoma und Paramitoma). In gewissen Zuständen des Zellenlebens, besonders bei der „indirekten Zellteilung", spielen solche Fadenbildungen eine große Rolle, und ebenso in den Funktionen hoch differenzierter Zellen, z. B. Ganglienzellen. Aber in vielen Fällen können die Plasmafäden auch nur Teile eines Gerüstes oder Profilbilder einer Schaumstruktur sein (Wabenwände im Durchschnitt). Jedenfalls sind die Fadenbildungen nicht als allgemeine Elementarstruktur des Plasma nachzuweisen, und nach unserer Ansicht stets sekundäre phyletische Produkte der lebendigen Substanz, niemals primäre Elementarbestandteile derselben.

Wesentlich verschieden von den drei vorhergehenden Theorien über den feineren Bau des Plasma erscheint die Granulartheorie, die Altmann 1890 aufgestellt hat. Er nimmt an, daß alle lebendige Substanz ursprünglich aus kleinen runden Körnchen (Granula) aufgebaut ist, und daß diese selbständig lebenden Bioblasten eigentlich die wahren „Elementarorganismen" sind, die mikroskopischen „Individuen erster Ordnung"; daher seien die Zellen, die sich aus Vereinen solcher Granula zusammensetzen, vielmehr als Individuen zweiter Ordnung anzusehen. Zwischen den Körnchen der Granularsubstanz (der eigentlichen aktiven lebendigen Substanz) sei im Plasma überall eine Intergranularsubstanz vorhanden; in dieser sollen die Körnchen gesetzmäßig angeordnet und verteilt sein. Die Granula selbst oder die Bioblasten sind homogen, bald kugelig, bald länglich rund oder von anderer Form. Allein die Unterscheidung dieser Substanzen ist ganz willkürlich, weder chemisch noch morphologisch scharf definiert. Unter dem Begriffe seiner Granula wirft Altmann die verschiedensten Inhaltsbestandteile der Zellen zusammen, Fettkörner, Pigmentkörner, Sekretkörner und andere Produkte des Stoffwechsels. Daher ist die Granulartheorie von Altmann jetzt allgemein abgelehnt. Trotz-

dem lag derselben ein richtiger Gedanke zugrunde, nämlich die Vorstellung, daß die vitalen Eigenschaften und Funktionen der lebendigen Substanz aus kleineren diskreten Formbestandteilen zu erklären seien, die das Plasma zusammensetzen und sich innerhalb einer halbflüssigen Zwischensubstanz bewegen. Allein diese wahren „Elementarteile" der lebendigen Substanz sind nicht mikroskopisch wahrnehmbar, sondern gehören in das Molekulargebiet, das weit jenseits der Grenzen der Sichtbarkeit liegt. Nach unserer Ansicht sind die sichtbaren Granula oder „Bioblasten" von Altmann, ebenso wie die Fäden von Flemming, die Gerüste von Frommann und die Waben von Bütschli nicht primäre Plasmastrukturen, sondern sekundäre Produkte der Plasmadifferenzierung.

Da die besonderen Eigenschaften und Wirkungen jedes Naturkörpers von seiner chemischen Konstitution abhängen und diese in letzter Instanz durch die Beschaffenheit seiner Moleküle bedingt ist, so mußte es natürlich für die gesamte Biologie von höchstem Interesse sein, sich möglichst klare und bestimmte Vorstellungen von dem Wesen und den Eigenschaften des Plasmamoleküls zu bilden. Leider ist aber diese wichtige Aufgabe nur in sehr geringem Grade annähernd zu lösen. Wenn schon die hypothetischen Anschauungen der modernen Strukturchemie über den molekularen Aufbau komplizierter organischer Verbindungen oft sehr unsicher sind, so muß das im höchsten Maße bei den Eiweißkörpern, und bei den wichtigsten von allen, der lebendigen Substanz oder dem Plasma, der Fall sein. Denn wir kennen bis jetzt nicht einmal die Grundzüge seiner höchst veränderlichen chemischen Struktur. Das einzige, was die Biochemiker darüber im allgemeinen ermittelt haben, bleibt die Ansicht, daß das Plasmamolekül sehr groß und aus sehr zahlreichen (weit über tausend) Atomen zusammengesetzt ist; ferner daß diese sich zu kleineren und größeren Gruppen vereinigt in einem höchst labilen Gleichgewicht befinden, so daß

infolge der Lebenstätigkeit selbst eine beständige Umlegung derselben stattfindet.

Seitdem durch Darwin 1859 daß große Problem der Vererbung in den Vordergrund der allgemeinen Biologie gerückt wurde, sind zur Erklärung dieses „Lebenswunders" viele verschiedene Hypothesen und Theorien aufgestellt worden. Diese mußten alle schließlich auf die Molekularverhältnisse im Plasma der Keimzellen zurückgehen; denn dieses „Keimplasma" der mütterlichen Eizelle und der väterlichen Spermazelle ist es ja, das bei der geschlechtlichen Fortpflanzung die Eigenschaften beider Eltern auf das Kind überträgt. Die großen Fortschritte, die neuerdings die Lehre von der Befruchtung und Vererbung infolge vieler ausgezeichneter Beobachtungen und Versuche gemacht hat, sind also auch den Vorstellungen über die Molekularstruktur des Plasma zugute gekommen. Ich habe die wichtigsten dieser Theorien bereits im 9. Kapitel meiner „Nat. Schöpf." übersichtlich besprochen und verglichen, und kann hier darauf verweisen. Der chronologischen Reihenfolge nach sind dort angeführt: 1. die Pangenesistheorie von Darwin (1868), 2. die Perigenesistheorie von Haeckel (1875), 3. die Idioplasmatheorie von Naegeli (1884), 4. die Keimplasmatheorie von Weismann (1885), 5. die Pangenesistheorie von de Vries (1889). Keiner von diesen Versuchen, und ebenso auch keine von den nachfolgenden neueren Theorien über Vererbung hat zu einer befriedigenden und allgemein angenommenen Vorstellung über die Plasmastruktur geführt. Nicht einmal darüber ist Klarheit gewonnen worden, ob in letzter Instanz das Leben zurückzuführen ist auf einzelne Moleküle (Plastidule, Biogene), oder auf Molekülgruppen (Micelle, Biophoren). Mit bezug auf letztere Differenz können wir Plastidul- und Mizellartheorien als zwei verschiedene Gruppen der bezüglichen Hypothesengebäude unterscheiden.

In meiner Abhandlung über „Die Perigenesis der Plastidule (1875) hatte ich die Hypothese aufgestellt,

daß in letzter Instanz die Plastidule die Träger der Vererbung sind, das heißt Plasmamoleküle, welche die Eigenschaft des Gedächtnisses besitzen. Ich stützte mich dabei auf die geistreiche Lehre des ausgezeichneten Physiologen Ewald Hering, der 1870 „das Gedächtnis als eine allgemeine Eigenschaft der organischen Materie" bezeichnet hatte. Ich sehe auch heute noch nicht ein, wie man ohne diese Annahme die Tatsachen der Vererbung erklären will. Sogar die Bezeichnung Reproduktion, die beiden Vorgängen gemeinsam ist, drückt den gemeinsamen Charakter der Zeugung und des psychischen Gedächtnisses treffend aus. Ich verstehe dabei unter Plastidulen die einfachen Moleküle; denn die homogene Beschaffenheit des Plasma in den Moneren (sowohl Chromazeen als Bakterien und Rhizomoneren) und die primitive Einfachheit ihrer Lebensfunktionen nötigt nicht zu der Annahme, daß hier schon besondere Molekülgruppen zu unterscheiden sind. In gleichem Sinne hat neuerdings Max Verworn (1903) seine Biogenhypothese formuliert, als „eine kritisch-experimentelle Studie über die Vorgänge in der lebendigen Substanz". Auch er nimmt das aktive Plasmamolekül, das er Biogen nennt, als den letzten individuellen Faktor des Lebensprozesses an und ist der Ansicht, daß im einfachsten Falle das Plasma aus gleichartigen Biogenmolekülen besteht.

Von der Hypothese der Plastidule und Biogene als einfacher Moleküle des Plasma ist wesentlich verschieden die Hypothese von Naegeli (1884) und Weismann (1885). Hiernach sind die letzten „Lebenseinheiten" oder individuellen Träger der Lebenstätigkeiten nicht homogene Plasmamoleküle, sondern Molekülgruppen, die aus mehreren verschiedenartigen Molekülen zusammengesetzt sind. Naegeli nennt dieselben Mizelle und schreibt ihnen eine kristallinische Struktur zu; er nimmt an, daß diese Mizelle kettenartig zu Mizellarsträngen verbunden sind und daß auf deren verschiedenartige Konfiguration und Anordnung die Mannigfaltigkeit der unzähligen Plas-

maformen und Plasmafunktionen zurückzuführen ist. Weismann sagt: „Leben kann nur durch eine bestimmte Verbindung verschiedenartiger Moleküle entstehen, und aus solchen bestimmten Molekülgruppen muß alle lebendige Substanz bestehen. Ein einzelnes Molekül kann nicht leben, weder assimilieren noch wachsen, noch sich fortpflanzen." Ich vermag die Richtigkeit dieser Behauptung nicht einzusehen; denn alle die chemischen und physiologischen Eigenschaften, die Weismann gleich nachher seinen hypothetischen Biophoren zuschreibt, kann man ebenso gut von einem einzelnen Molekül, wie von einer Molekülgruppe behaupten. Bei den einfachsten Formen der Moneren (sowohl Chromazeen als Bakterien) erklärt sich das Wesen des „einfachsten Lebens" ebenso gut durch die erste wie durch die letzte Annahme. Natürlich ist dadurch eine sehr komplizierte chemische Struktur des relativ großen Plastiduls oder Biogens (als einzelnen Moleküls oder „Massenkorns") nicht ausgeschlossen. Die Biogenhypothese von Verworn scheint mir ganz ausreichend, um dieses ursprüngliche „Molekül der lebendigen Substanz" wirklich als letzten Lebensfaktor hypothetisch gelten zu lassen.

Der wichtigste Prozeß in der Stammesgeschichte des Plasma in seine Sonderung in die innere Kernsubstanz (Karyoplasma) und die äußere Zellsubstanz (Cytoplasma). Indem beide Plasmaarten durch chemische Differenzierung aus dem ursprünglichen einfachen Plasma der Moneren entstanden, vollzog sich damit zugleich die morphologische Sonderung des inneren Zellkerns (Karyon oder Nucleus) und des äußeren Zellenleibes (Cytosoma oder Celleus). Da jene beiden Hauptarten der lebendigen Substanz zwar chemisch verschieden, aber doch sehr nahe verwandt sind, und da sie unter bestimmten Verhältnissen (z. B. während der indirekten Zellteilung und der damit verknüpften partiellen Karyolyse) in die innigste Wechselwirkung treten, so dürfen wir annehmen, daß die ursprüngliche Sonderung beider Substanzen sich langsam und allmählich innerhalb

langer Zeiträume vollzog. Nicht durch plötzlichen Sprung oder Mutation, sondern durch allmähliche stufenweis fortschreitende Ausbildung des chemischen Gegensatzes von Karyoplasma und Zytoplasma, entstand aus der kernlosen Zytode (oder „Urzelle") die echte kernhaltige Zelle (oder „Kernzelle", Cytos). Beide können zweckmäßig unter dem höheren Begriff der Bildnerin oder Plastide als „Individuum erster Ordnung" zusammengefaßt werden.

Als die wichtigste Ursache dieser bedeutungsvollsten Differenzierung des Plasma betrachten wir die Anhäufung von Erbmasse, d.h. von den durch die Vorfahren erworbenen und auf die Nachkommen erblich übertragenen Eigenschaften im Innern der Plastide, während ihr äußerer Teil dauernd den Verkehr mit der Außenwelt unterhält; so wurde der innere Zellkern zum Organ der Vererbung und Fortpflanzung, der äußere Zellenleib zum Organ der Anpassung und Ernährung. Diese Hypothese hatte ich schon 1866 in meiner „Generellen Morphologie" mit folgenden Worten ausgesprochen (Bd. I, S. 288): „Die beiden Funktionen der Erblichkeit und der Anpassung scheinen bei den kernlosen Zytoden noch nicht auf differente Substanzen verteilt zu sein, sondern der gesamten homogenen Materie des Plasma zu inhärieren, während dieselben bei den kernführenden Zellen in der Weise auf die beiden heterogenen aktiven Substanzen der Zelle verteilt sind, daß der innere Kern die Vererbung der erblichen Charaktere, das äußere Plasma dagegen die Anpassung, die Akkommodation oder Adaptation an die Verhältnisse der Außenwelt zu besorgen hat." Diese Hypothese ist erst später (1873) durch die nachfolgenden Entdeckungen über die Zellteilung (Karyolyse) und Befruchtung von Strasburger, den Gebrüdern Oskar und Richard Hertwig u.a. bestätigt worden; sie wird vor allem gestützt durch die Vorgänge der Karyokinese bei der geschlechtlichen Zeugung. Dadurch erklärt sich auch, daß bei den Moneren (sowohl Chromazeen als Bakterien), die sich durch ein-

fache Teilung vermehren, zugleich mit der sexuellen Zeugung auch der Zellkerne fehlt.

Die hohe Bedeutung, die der Zellkern für das Leben der Zelle besitzt, sowohl als Zentralorganell der Vererbung, wie auch wahrscheinlich der „Zellseele", beruht in erster Linie auf den chemischen Eigenschaften seiner Albuminmaterie, des Karyoplasma. Diese allein wesentliche Kernsubstanz ist zwar chemisch dem Zytoplasma des Zellenleibes nächstverwandt, unterscheidet sich aber von ihm durch bestimmte Reaktionen; namentlich hat das Karyoplasma eine größere Anziehungskraft für viele Farbstoffe (Karmin, Hämatoxylin u. a.) als das Zytoplasma; auch gerinnt das erstere rascher und fester durch Säuren (z. B. Essigsäure und Chromsäure) als das letztere. Man braucht daher zu Zellen, die homogen erscheinen, nur einen Tropfen verdünnter (zweiprozentiger) Essigsäure zuzusetzen, um die scharfe Sonderung des inneren Kernes vom äußeren Zellenleibe sichtbar zu machen. Gewöhnlich tritt dann der festere Zellkern als ein kugeliges oder länglich rundes Plasmakorn scharf hervor; selten besitzt er andere Formen (zylindrisch, kegelförmig, gewunden oder verästelt). Ursprünglich erscheint das Karyoplasma durchaus homogen und strukturlos, so bei vielen Protisten und bei manchen jugendlichen Zellen von Histonen (besonders jungen Embryonen). Bei der großen Mehrzahl der Zellen hingegen sondert sich das Karyoplasma in zwei oder mehrere verschiedene Substanzen; die wichtigsten von diesen sind das Chromatin und Achromin.

Am weitesten verbreitet in den Zellen des Tier- und Pflanzenkörpers, und daher wohl auch von hervorragender Bedeutung für ihre Lebenstätigkeit, ist die Sonderung des Karyoplasma in zwei chemisch verschiedene Sutstanzen, die gewöhnlich als Chromatin (= Nuclein) und Achromin (= Linin) unterschieden werden. Das Chromatin (oder Nuclein) besitzt größere Verwandtschaft zu den genannten Farbstoffen (Karmin, Hämatoxylin usw.), und daher wird

diese „färbbare Kernsubstanz" vorzugsweise als der Träger der Vererbung angesehen. Das Achromin (oder Achromatin, auch Linin genannt) ist nicht oder weniger leicht färbbar und dem Zytoplasma näher verwandt; auch tritt es bei der indirekten Zellteilung zu diesem in die engsten Beziehungen. Das Achromin tritt meistens in Form dünner Fäden auf (daher als „Kernfadensubstanz" = Linin bezeichnet). Das Chromatin hingegen erscheint meistens in Form rundlicher oder stäbchenförmiger Körnchen (Chromosomen), die bei der indirekten Zellteilung sehr charakteristische Formveränderungen zeigen (Schleifenbildung u. a.). Der chemische, physiologische und morphologische Gegensatz von Chromatin und Achromin ist nicht als eine ursprüngliche Eigenschaft aller Zellkerne anzusehen (wie oft irrtümlich behauptet wird), sondern er ist das Ergebnis einer sehr alten phylogenetischen Differenzierung im ursprünglich homogenen Karyoplasma; dasselbe gilt auch für zwei andere Kernbestandteile: Nukleolus und Zentrosoma.

In sehr vielen Zellen, aber bei weitem nicht allgemein, sind zwei andere Bestandteile des Zellkerns nachgewiesen worden, die einer weiteren Differenzierung des Karyoplasma ihren Ursprung verdanken. Der Nukleolus oder das „Kernkörperchen" ist ein kleines, kugeliges oder länglich rundes Korn, das bald in Einzahl, bald in Mehrzahl im Kern auftritt und sich etwas anders gegen Farbstoffe verhält, als das nächstverwandte Chromatin; es hat eine besondere Anziehungskraft für saure Anilinfarben, Eosin usw. Man hat daher seine Substanz als Plastin oder Paranuklein unterschieden. Der Nukleolus tritt vorzugsweise in den Gewebezellen höherer Tiere und Pflanzen als selbständiges Formelement auf; er fehlt vielen einzelligen Protisten. Dasselbe gilt von dem Zentrosoma oder „Zentralkörperchen der Zelle"; dies ist ein äußerst kleines Körnchen, dessen Größe an der Grenze der Sichtbarkeit liegt und dessen chemische Beschaffenheit nicht näher bekannt ist. Man würde auf diesen winzigen, erst 1876 unterschiedenen

Formbestandteil der Zelle nicht aufmerksam geworden sein, wenn er nicht bei der indirekten Zellteilung eine mächtige, vielleicht führende Rolle spielte. Als sogenanntes „Polkörperchen der Kernteilungsfigur" übt das Zentrosoma eine eigentümliche Anziehung auf die im Zytoplasma verteilten Körnchen aus, die sich strahlenförmig gegen diesen Zellmittelpunkt ordnen. Die Zentrosomen wachsen selbständig und vermehren sich durch Teilung, gleich den Chromoplasten (Chlorophyllkörnern u. a.); wenn sie sich geteilt haben, wirkt jedes Tochtermikrosom wieder als Attraktionssphäre auf die betreffende Zellhälfte. Die hohe Bedeutung, die neuere Zytologen dem Zentrosoma demgemäß zugeschrieben haben, wird aber durch zwei Umstände sehr vermindert: erstens ist es trotz aller Mühe nicht gelungen, in den Zellen der höheren Pflanzen und vieler Protisten ein Zentrosoma nachzuweisen; und zweitens ist es neuerdings mehrfachen chemischen Versuchen gelungen, Zentrosomen auch künstlich (z. B. durch Zusatz von Magnesiumchlorid) im Zytoplasma zu erzeugen. Manche Zellenforscher betrachten daher auch das Zentrosoma als ein sekundäres Differenzierungsprodukt des Zellenleibes (Zytoplasma), nicht des Zellenkerns (Karyoplasma).

Zwei andere Bestandteile des Zellkerns, die sich ebenfalls sehr häufig, aber keineswegs allgemein, in den Zellen des Tier- und Pflanzenkörpers finden, sind die Kernmembran (Karyotheke) und der Kernsaft (Karyolymphe). Sehr viele Zellkerne — aber durchaus nicht alle! — erscheinen als Bläschen, indem eine dünne Haut einen flüssigen Inhalt, den Kernsaft, umschließt; gewöhnlich bildet dann das Achromin innerhalb dieses runden Bläschens ein Fadengerüst, in dessen Maschen oder Knotenpunkten die Chromatinkörner verteilt liegen. Die sehr dünne (oft nur als feiner Kontur sichtbare) Kernmembran oder Karyotheke kann als Produkt der Oberflächenspannung (an den Berührungsflächen vom Karyoplasma und Zytoplasma) angesehen werden. Der

wässerige, meistens klare und durchsichtige Kernsaft (Karyolymphe) entsteht durch Imbitition wässeriger Flüssigkeit (wie die Schaumstruktur des Plasma überhaupt). Die Sonderung von Kernmembran und Kernsaft ist keine primäre Eigenschaft des Zellkerns, sondern beruht auf einer sekundären Differenzierung im ursprünglich homogenen Karyoplasma.

Ebenso wie das Karyoplasma des Zellenkerns ist auch das Zytoplasma des Zellenleibes entstanden als eine chemische Modifikation des einfachen, ursprünglich homogenen Plasma (Archiplasma). Das ergibt sich deutlich aus der vergleichenden Biologie der Protisten, deren einzelliger Organismus eine viel größere Mannigfaltigkeit und Abstufung der Zellenorganisation zeigt, als die subordinierte Gewebezelle im Körper der vielzelligen Histonen. Allein bei der großen Mehrzahl der Zellen ist das Zytoplasma in mehrere, oft in sehr zahlreiche Bestandteile gesondert, die infolge von Arbeitsteilung sehr verschiedene Formen und Funktionen erhalten haben. Dann tritt auch die Zweckmäßigkeit der Zellenorganisation sehr auffallend hervor, die dem einfachen homogenen Plasmakörper der Moneren noch ganz fehlt. Da diese hohe Differenzierung des vollkommenen Elementarorganismus von vielen neueren Zytologen in unzulässigerweise generalisiert und als eine allgemeine Eigenschaft der Zellen beschrieben wird, ist es notwendig, ausdrücklich zu wiederholen, daß dieselbe erst sekundär phylogenetisch sich entwickelt hat und daß sie den primären Urorganismen noch ganz fehlt. Die Mannigfaltigkeit der physiologischen Arbeitsteilung (Ergonomie) und der damit verknüpften morphologischen Sonderung (Polymorphismus) ist im Zytoplasma außerordentlich groß; wenn man versucht, von allgemeinen Gesichtspunkten aus sie in wenige größere Gruppen zu sondern, so kann man die aktiven Plasmadiffakte von den passiven Plasmaprodukten sondern; erstere entstehen durch chemische Metamorphose des lebendigen Plasma, letztere sind leblose Ausscheidungen desselben.

Unter dem Begriffe Plasmadiffakte oder Differenzierungsprodukte des Zytoplasma fassen wir alle Bildungen zusammen, die durch partielle Metamorphose des lebendigen Zellenleibes entstehen, die aber nicht leblose Ausscheidungen desselben sind, sondern vielmehr lebendige Substanzteile, die besondere Funktionen übernommen und infolge dessen sich chemisch und morphologisch vom primären Zytoplasma sekundär gesondert haben. Eine der allgemeinsten Differenzierung dieser Art ist die Sonderung einer festen hyalinen Rindenschicht (Hyaloplasma) und einer weicheren körnigen Markschicht (Polioplasma); beide gehen oft ohne scharfe Grenze ineinander über. In den meisten Pflanzenzellen scheiden sich besondere, meist kugelige oder rundliche Plasmakörner ab, die besondere Aufgaben des Stoffwechsels besorgen: Trophoplasten; dahin gehören die Amyloplasten, welche Stärkemehl (Amylum) erzeugen, die Chloroplasten oder Chlorophyllkörner, welche das Blattgrün (Chlorophyll) bilden, die Chromoplasten, welche Farbstoffkristalle verschiedener Art erzeugen. In den Zellen des höheren Tierkörpers bilden die Myoplasten das besondere kontraktile Gewebe der Muskelsubstanz, die Neuroplasten das psychische Gewebe der Nervensubstanz.

Die unendliche Fülle von verschiedenartigen Formbestandteilen der Zelle, die als Abscheidungen des lebendigen aktiven Zytoplasma erscheinen und demnach als leblose passive Plasmaprodukte zu beurteilen sind, können in zwei Hauptgruppen verteilt werden: innere und äußere Plasmaprodukte; die ersteren werden im Inneren des lebendigen Zytoplasma abgelagert, die letzteren nach außen abgeschieden.

Innere Plasmaprodukte von sehr weiter Verbreitung sind die Mikrosomen, kleinste, stark lichtbrechende Körnchen, die meistens als Produkte des Stoffwechsels betrachtet werden; sie bestehen bald aus Fett, bald aus Albuminderivaten, bald aus anderen Substanzen, deren chemische Beschaffenheit

schwer zu ermitteln ist. Dasselbe gilt von den größeren, sehr verschieden gefärbten Pigmentkörnern, die weit verbreitet sind und bestimmte Färbung des Gewebes bedingen. Weit verbreitet sind auch im Zytoplasma größere Fettanhäufungen in Form von Ölkugeln, Fettkristallen u. a.; ferner andere Kristalle von sehr verschiedener Art, teils organische Kristalle (z. B. Eiweißkristalle in den Aleuronkörnern der Pflanzen), teils anorganische Kristalle (z. B. von oxalsauren Salzen in vielen Pflanzenzellen, von Kalksalzen in vielen Tierzellen). Eine wichtige Rolle spielt in vielen größeren Zellen der wässerige Zellsaft (Zytolymphe); er entsteht durch Ansammlung von Flüssigkeit im Zytoplasma und tritt schon in der Schaumstruktur desselben zutage; größere Hohlräume, die derselbe bildet, heißen Vakuolen, sehr regelmäßig angeordnete Alveolen. Wenn der Zellsaft sehr reichlich im Innern der Zelle sich anhäuft, entstehen die großen blasenförmigen Zellen, die in den Geweben der höheren Pflanzen, des Knorpels usw. sich finden.

Als äußere Abscheidungen des lebendigen Zytoplasma, die bei der Mehrzahl der Zellen eine große Wichtigkeit, besonders als Schutzorgane (Protektivorganelle der Zelle) erlangt haben, sind vor allen die Zellmembranen zu nennen, die festen Schutzhäute oder Kapseln, in denen der weiche lebende Zellenleib eingeschlossen ist, wie die Schnecke in ihr Haus. Während in der ersten Periode der Zellentheorie (1838—1859) allen Zellen eine solche Schutzhülle zugeschrieben und dieselbe sogar oft als ihr wichtigster Bestandteil angesehen wurde, zeigte sich später, in der zweiten Periode derselben, daß diese Umhüllungshaut sehr vielen (namentlich tierischen) Zellen ganz fehlt, und daß sie bei vielen in der Jugend fehlt und erst später gebildet wird. Seitdem unterscheiden wir Nacktzellen (Gymnozyten) und Hüllzellen (Thekozyten). Nacktzellen sind z. B. die Amoeben und viele Infusorien, die Schwärmsporen der Algen, die Spermien oder Spermatozoen, sehr viele tierische Gewebezellen.

Die Zellhülle (Zytotheke) zeigt die größte Mannigfaltigkeit in bezug auf Größe, Form, Zusammensetzung und chemische Beschaffenheit; unter den einzelligen Protisten namentlich bei den Rhizopoden. Die Kieselschalen der Radiolarien und Diatomeen, die Kalkschalen der Thalamophoren und Calcozyteen, die Zelluloseschalen der Desmidiazeen und Siphoneen offenbaren die außerordentliche Plastizität, welche das aufbauende Zytoplasma besitzt (vgl. Kap. 8). Unter den Histonen zeichnen sich die Gewebepflanzen durch die unendliche Mannigfaltigkeit in der Gestaltung und Differenzierung ihrer Zellulosekapseln aus. Die bekannten Eigenschaften des Holzes, Korkes, Bastes, der harten Fruchtschalen usw. sind bedingt durch die vielfache chemische Umbildung und morphologische Differenzierung, welche die Zellulosemembran in den Geweben der Metaphyten erfährt. Viel weniger kommt ähnliches in den Geweben der Metazoen vor; bei diesen Gewebtieren spielt dagegen eine um so größere Rolle die „Interzellularsubstanz oder Zwischenzellmasse". Dieses wichtige äußere Plasmaprodukt entsteht dadurch, daß die sozial verbundenen Zellen in den Geweben der Histonen feste Schutzhüllen gemeinsam nach außen abscheiden. Schon in den Zoenobien der Protisten treten solche Schutzbildungen sehr verbreitet auf, als Gallertklumpen, in die viele Zellen gleicher Art vereinigt eingebettet sind, so die Zoogloea vieler Bakterien und Chromazeen, die gemeinsame Gallerthülle der Volvozinen und vieler Diatomeen, die kugeligen Zellvereine der Polyzyttarien (oder sozialen Radiolarien). Die größte Rolle spielen die Interzellularsubstanzen im Körper der höheren Metazoen als sogenannte Mesenchymgewebe; das Bindegewebe, der Knorpel, der Knochen erhalten ihre besondere Beschaffenheit durch die Masse und Qualität der Interzellularsubstanz, die zwischen den sozialen Zellen abgeschieden wird.

Wenn an der Oberfläche des Histonenkörpers die gesellig verbundenen Epidermiszellen gemeinsam

einen schützenden Überzug ausscheiden, so entstehen die sogenannten Kutikeln, oft dicke und sehr feste Panzerbildungen. Bei vielen Metaphyten wird in die kutinisierte Zellulose-Kutikula Wachs oder Kieselerde eingelagert. Die stärkste Ausbildung erreichen die Kutikularbildungen bei wirbellosen Tieren, wo sie oft die ganze Gestalt und Gliederung bedingen, so die Kalkschalen der Mollusken (Muschelschalen, Schneckenhäuser, Krakengehäuse); besonders aber die Chitindecken der Gliedertiere (Panzer der Krebse, Hautdecken der Spinnen und Insekten).

Siebentes Kapitel

LEBENSEINHEITEN

Organische Individuen und Assozionen. Zellen, Personen, Stöcke. Organelle und Organe.

Die Zerlegung des Körpers der höheren Tiere und Pflanzen in seine einzelnen Organe führte schon frühzeitig die vergleichenden Anatomen zur Unterscheidung von einfachen und zusammengesetzten Organismen. Als dann im Laufe des letzten halben Jahrhunderts die Zellentheorie sich weiter entwickelte, erkannte man in den Zellen die gemeinsame anatomische Grundlage für alle Lebewesen. Die Auffassung dieser Zellen als selbständiger „Elementarorganismen" führte dann weiter zu der Anschauung, daß unser eigener menschlicher Organismus, ebenso wie der aller höheren Tiere und Pflanzen, eigentlich ein „Zellenstaat" sei, zusammengesetzt aus Millionen von mikroskopischen Staatsbürgern, den einzelnen Zellen, die in demselben mehr oder minder selbständig arbeiten und für den gemeinsamen Zweck des ganzen Staates zusammen wirken. Dieser Grundgedanke der modernen Zellentheorie wurde namentlich von Rudolf Virchow mit größtem Erfolge auf den kranken menschlichen Körper angewendet und führte in seiner „Zellularpathologie" zu der wichtigsten Reform der Medizin. Die Zellen sind nach seiner Auffassung selbständige „Lebenseinheiten oder individuelle Lebensherde", und das einheitliche Leben des ganzen Menschen ist das kombinierte Gesamtergebnis aus den Arbeiten der ihn zusammensetzenden Zellen. Demnach sind die

Zellen die „eigentlichen" Lebenseinheiten des Organismus. Ihre individuelle Selbständigkeit ist ohne weiteres klar bei den permanent einzelligen Protisten, von denen wir nun schon mehrere tausend Arten kennen.

Auf der anderen Seite finden wir unter den niederen Tieren und den höheren Pflanzen eine Zusammensetzung aus gleichartigen Teilen, die eine höhere Stufe der Lebenseinheit darstellt. Der Baum ist ein Individuum; aber er ist zusammengesetzt aus zahlreichen Ästen oder Einzelpflanzen, von denen jeder als „Sproß" wieder in gleicher Weise aus einem Achsenstamm und daran befestigten Blättern besteht. Lösen wir einen solchen Sproß ab und setzen ihn in die Erde, so wurzelt er und wächst sofort wieder zu einer selbständigen Pflanze aus. Ebenso ist der Korallenstock aus zahlreichen Einzeltieren oder „Personen" zusammengesetzt, von denen jede ihre eigene Magenhöhle und Mundöffnung nebst einem zugehörigen Tentakelkranz besitzt; jede einzelne Korallenperson ist gleichwertig einer einzelnen lebenden Seerose (Actinia). So erscheint dann der Stock (Cormus) wieder als eine höhere Einheit; ebenso im Tierreich wie im Pflanzenreich. Auch die Herden der geselligen Tiere, die Stöcke der Bienen und Ameisen, die Staaten der Menschen, sind solche Einheiten, nur mit dem Unterschiede, daß die einzelnen Personen oder Staatsbürger hier nicht körperlich zusammenhängen, sondern durch gemeinsame Interessen zusammengehalten werden. Somit können wir jetzt schon drei verschiedene Stufen der organischen Individualität unterscheiden, die sich übereinander aufbauen: die Zelle, die Person (oder der Sproß) und dann der Stock oder Staat (Cormus). Jede höhere Einheit stellt einen innigen Verein von niederen Individuen dar. Morphologisch, mit Hinsicht auf ihren anatomischen Körperbau, sind die letzteren selbständig; aber physiologisch, mit Hinsicht auf die Lebenseinheit des Ganzen, sind sie der ersteren untergeordnet.

In den angeführten einfachen und allgemein be-

kannten Beispielen liegt dieses Verhältnis klar vor Augen. Aber es gibt andere Organismen, bei denen das nicht der Fall ist, wo vielmehr die Frage von der „eigentlichen Individualität" große Schwierigkeiten bereitet. So lernte man vor fünfzig Jahren in den merkwürdigen Siphonophoren oder „Staatsquallen" schwimmende Tierstöcke genauer kennen, die man bis dahin für einfache „Einzeltiere", für Medusen mit multiplizierten Organen, gehalten hatte; eingehenderes Studium ergab, daß jedes scheinbare „Organ" eigentlich eine umgebildete Medusenperson sei, das ganze einheitliche Gebilde ein Stock. Gerade dieses Beispiel ist sehr lehrreich geworden für die wichtige Theorie der Assozion und Arbeitsteilung; die ganze schwimmende Siphonophore ist, physiologisch betrachtet (mit Bezug auf die Lebenstätigkeit) ein einheitlich organisiertes Tier mit vielen ungleichartigen Organen; aber morphologisch betrachtet (mit Bezug auf Form und Struktur), ist jedes abhängige Organ ursprünglich eine selbständige Meduse.

Schon aus diesen wenigen Beispielen ergibt sich, daß die Frage von der organischen Individualität keineswegs so einfach ist, wie sie auf den ersten Blick aussieht, und daß sie anders beantwortet wird, je nachdem wir die Form und Struktur (morphologisch) oder die Lebens- und Seelentätigkeit (physiologisch) ins Auge fassen. Wir müssen daher in erster Linie morphologische Individuen oder Morphonten und physiologische Individuen oder Bionten unterscheiden; der Baum und die Siphonophoren sind einzelne Bionten, Individuen höchster Ordnung, zusammengesetzt aus zahlreichen gleichwertigen Sprossen oder Personen, den geselligen Morphonten. Wenn wir aber die letzteren weiter anatomisch in ihre einzelnen Organe zerlegen, und diese wiederum in ihre mikroskopischen Elemente, die Zellen, so erscheint uns jeder Sproß, jede Person als ein Bion; ihre Zellen gelten dann als Morphonten. Jeder vielzellige Organismus entwickelt sich jedoch ursprünglich aus einer einzelnen Zelle, der Stammzelle (Zytula) oder

der „befruchteten Eizelle"; diese ist gleichzeitig ein Morphon und ein Bion, ein einfaches Individuum sowohl in morphologischer als in physiologischer Beziehung. Der ganze Prozeß ihrer Entwicklung zum vielzelligen Organismus beruht darauf, daß diese Stammzelle sich wiederholt teilt, die zahlreichen so entstandenen Zellen zu einer höheren Einheit vereinigt bleiben und infolge von Arbeitsteilung verschiedene Formen annehmen.

Der verwickelte moderne Kulturstaat mit seinen bewunderungswürdigen Leistungen kann als die höchste Stufe individueller Vollkommenheit betrachtet werden, die uns aus der organischen Natur bekannt ist. Wir können aber die Einrichtungen dieses außerordentlich komplizierten „Organismus höchster Ordnung" nur dann verstehen, seine sozialen Einrichtungen und kulturellen Leistungen nur dann begreifen, wenn wir soziologisch die verschiedenen Gesellschaftsklassen und Stände kennen, die ihn zusammensetzen, die Gesetze ihrer Assozion und Arbeitsteilung; und wenn wir anthropologisch die Natur der Personen verstehen, die entsprechend denselben Gesetzen sich zur Bildung von Vereinen zusammengetan und in die verschiedenen Berufsklassen gegliedert haben. Die bekannte Gliederung dieser Stände, die Rangordnung im Heere und in der Regierung, zeigt uns, wie Stufe für Stufe sich ein so zusammengesetzter Gesellschaftsorganismus aufbaut.

Ganz ebenso haben wir aber auch den Zellenstaat zu beurteilen, den die einzelne Person in der menschlichen Gesellschaft oder im Reiche der Gewebtiere bildet; oder den Sproß im Reiche der Gewebpflanzen. Auch ihr verwickelter, aus vielen Organen und Geweben zusammengesetzter Organismus wird uns erst verständlich, wenn wir ihre elementaren Bausteine, die Zellen, kennen, und die Gesetze, nach denen diese „Elementarorganismen" sich zu Zellvereinen und Geweben zusammentun, und diese wiederum durch Arbeitsteilung in die mannigfaltigen Organe umbilden. So müssen wir also zunächst die

Stufenleiter der Morphonten feststellen, die Gesetze der Gesellung (Assozion) und Arbeitsteilung (Ergonomie), nach denen sich die einzelnen Rangstufen oder Stände der morphologischen Individualität übereinander aufbauen. Als solche Stufen haben wir zunächst drei unterschieden: I. die Zelle (oder besser Plastide), II. die Person (animal) oder den Sproß (vegetal), und III. den Stock oder Cormus. Wir werden aber sehen, daß in diesen drei Hauptstufen sich wieder untergeordnete Stufen unterscheiden lassen. Nur bei den Protisten, bei den einzelligen Organismen, ist die morphologische Einheit zugleich mit der physiologischen verbunden. Bei den Histonen, den vielzelligen und gewebebildenden Organismen, ist das nur im Beginne der individuellen Existenz (auf der Stufe der Stammzelle) der Fall; sobald sich aus dieser Zytula durch wiederholte Teilung der vielzellige Körper entwickelt, erhebt sich dieser zur Stufe einer höheren Individualität, eines Zellenstaates.

Unser eigener menschlicher Organismus ist im reifen entwickelten Zustande, ebenso wie der aller höheren Tiere, ein sehr zusammengesetzter Zellenstaat, dagegen im Beginne seiner Existenz eine einzelne Zelle; die Lebenseinheit des ersteren bezeichnen wir als aktuelles Bion, diejenige des letzteren als virtuelles Bion; — d. h. das physiologische Individuum oder die Lebenseinheit hat in erstem Falle die höchste Stufe der individuellen Ausbildung erreicht, die der durch sie vertretenen Art oder Spezies zukommt; im zweiten Falle steht sie noch auf der tiefsten Stufe individueller Bildung und besitzt nur die Fähigkeit (Virtus oder Potentia), sich ontogenetisch zur höchsten Stufe, zum Actus, zu erheben. Bei den höheren Tieren und Pflanzen erscheint gewöhnlich nur eine Zelle des Organismus, das Produkt der beiden vereinigten Geschlechtszellen (Eizelle und Spermazelle) als das potentielle Bion, das sich zum aktuellen entwickeln kann; es gibt jedoch auch Ausnahmen. Beim Süßwasserpolypen (Hydra) und verwandten Nesseltieren besitzt jedes beliebige Stück der Körperwand,

beim Badeschwamm (Euspongia) und den verwandten Spongien jedes Gewebstück, bei vielen Pflanzen (z. B. Marchantia unter den Kryptogamen, Bryophyllum unter den Phanerogamen) besitzt jedes Stückchen eines Thallus oder eines Blattes die Fähigkeit, sich zu einem aktuellen reifen Organismus zu entwickeln, ist also in Wirklichkeit ein virtuelles Bion.

Von den virtuellen Bionten (— als solchen Körperteilen, die sich wieder zu einem Ganzen entwickeln können —) sind die partiellen Bionten zu unterscheiden, die diese Fähigkeit nicht besitzen; es sind abgelöste Körperteile, die zwar nach ihrer Trennung vom ganzen Organismus noch kürzere oder längere Zeit fortleben können, dann aber zugrunde gehen. So schlägt z. B. das ausgeschnittene Herz einer Schildkröte noch tagelang fort; eine abgeschnittene Blume, in Wasser gesteckt, kann sich viele Tage frisch und lebend erhalten. Bei einigen hochorganisierten Kraken (Zephalopoden) entwickelt sich einer von den acht Armen des Männchens zu einem selbständigen Tierkörper, der sich ablöst, umherschwimmt und die Befruchtung des Weibchens vollzieht (Hectocotylus von Argonauta, Philonexis u. a.); er wurde ursprünglich für ein selbständiges parasitisches Tier gehalten. Dasselbe geschah mit den merkwürdigen lappenförmigen Rückenanhängen einer großen Nacktschnecke (Thetys), die sich ablösen und selbständig umherkriechen. Den Körper vieler niederer Tiere und Pflanzen kann man in Stücke zerschneiden, die sich wochenlang lebend erhalten, ehe sie zugrunde gehen. Die Lebensfähigkeit dieser partiellen Bionten ist wichtig für die allgemeine Frage vom Wesen des Lebens und von seiner scheinbaren Einheit bei den meisten höheren Organismen. Tatsächlich führen auch hier die Zellen und Organe ihr gesondertes Individualleben, obgleich sie dem Ganzen untergeordnet und von ihm abhängig sind.

Eine eigentümliche Beantwortung der Frage von der organischen Individualität wurde dadurch zu geben versucht, daß man zu einem Individuum alle

Organismen rechnete, die aus einem einzigen befruchteten Ei hervorgegangen sind. So betrachtete schon 1816 der italienische Botaniker Gallesio alle Pflanzen, die durch ungeschlechtliche Vermehrung (Knospung oder Teilung) entstehen — Sprosse, Ableger, Stecklinge, Knollen, Zweige —, nur als Teilstücke eines einzigen aus dem Ei (Samenkorn) hervorgegangenen Individuums. Ebenso erklärte 1855 der englische Zoologe Huxley die Summe aller Tiere, die durch ungeschlechtliche Vermehrung entstanden sind, aber von einem einzigen geschlechtlich erzeugten Tiere abstammen, für Teile dieses Individuums. In dieser Auffassung fällt der Begriff des organischen Individuums mit demjenigen des „Zeugungskreises" zusammen. Allein praktisch ist diese Begriffsbestimmung unbrauchbar; denn man müßte dann alle die Millionen Blattläuse, die parthenogenetisch aus unbefruchteten Keimzellen entstehen, aber ursprünglich Abkömmlinge eines einzigen befruchteten Eies sind, als ein einziges Individuum auffassen — ebenso sämtliche Trauerweiden Europas, weil diese durch Stecklinge erzeugt sind, die ursprünglich von einem einzigen, geschlechtlich erzeugten Baum abstammen.

Um die schwierige Frage vom Inhalt und Umfang des organischen Individualbegriffes in allgemein befriedigender Weise zu beantworten, sind im Laufe des 19. Jahrhunderts viele verschiedene Versuche gemacht worden; keiner von ihnen hat allgemeine Anerkennung gefunden. Ich habe eine historische Vergleichung und Kritik derselben 1866 im dritten Buche meiner „Generellen Morphologie" gegeben, unter dem Titel: „Generelle Tektologie oder Allgemeine Strukturlehre der Organismen". Dabei habe ich besonders die Ansichten von Goethe, Alexander Braun und Naegeli unter den Botanikern berücksichtigt, von Johannes Müller, Leuckart und Viktor Carus unter den Zoologen. Wenn man die auffällige Verschiedenheit der Ansichten vergleicht, zu der so hervorragende Naturforscher und Denker in betreff einer so wichtigen biologischen Grundfrage gelangt sind,

so wird man begreifen, daß auch heute noch die Meinungen darüber weit auseinandergehen. Man darf es daher den metaphysischen Philosophen nicht zu sehr verargen, wenn sie — ohne Kenntnis der realen Verhältnisse! — in ihren luftigen Spekulationen über „das Prinzip der Individuation" die sonderbarsten Phantasiegebilde zustande bringen; man vergleiche z. B. die alten Scholastiker, und von den neueren Arthur Schopenhauer und Eduard Hartmann. Gewöhnlich tritt dabei die psychologische Seite des Problems in den Vordergrund, die Frage von der individuellen „Seele", ohne daß zugleich ihr materielles Substrat, die anatomische Basis des Organismus, gehörig berücksichtigt wird. Viele Metaphysiker, die in einseitigem Anthropismus auch hier den Menschen als „Maß aller Dinge" betrachten, legen sogar das persönliche „Bewußtsein" dem Begriffe des Individuums zugrunde. Es liegt auf der Hand, daß damit nicht einmal für die höheren Tiere eine brauchbare Grundlage geliefert wird, geschweige denn für die niederen Tiere und Pflanzen. Bei diesen treffen wir eine viel größere Mannigfaltigkeit der individuellen Erscheinung einerseits, und anderseits eine viel größere Einfachheit auf den niederen Bildungsstufen. In meiner Abhandlung „Über die Individualität des Tierkörpers" (Jena. Zeitschr. 1878) habe ich zu zeigen versucht, wie diese verwickelten tektologischen Fragen am einfachsten zu lösen und durch die anatomische Strukturlehre zu verwerten sind. Es genügt, wenn wir dabei die drei vorher aufgeführten Hauptstufen der Individualität unterscheiden und einerseits ihre physiologische, anderseits ihre morphologische Bedeutung uns klar machen. Wir wollen also jetzt zunächst die Zelle (Plastide), dann die Person (den Sproß) und zuletzt den Stock (Kormus) näher betrachten.

Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts gilt die Zellentheorie allgemein und mit Recht als eine der wichtigsten biologischen Theorien; jede anatomische und histologische, physiologische und ontogenetische Ar-

beit muß sich auf den Begriff der Zelle, als des „Elementarorganismus", stützen. Trotzdem sind wir noch heute weit davon entfernt, volle, einstimmig anerkannte Klarheit über diesen elementaren Fundamentalbegriff gewonnen zu haben. Vielmehr gehen noch heute die Ansichten der angesehensten Biologen über „das, was man eine Zelle zu nennen habe", über das eigentliche Wesen dieses „Elementarindividuums", seine Beziehung zum Ganzen des vielzelligen Organismus vielfach weit auseinander. Diese Widersprüche erklären sich einerseits aus der Komplikation und Mannigfaltigkeit der zahlreichen verschiedenen Erscheinungen, die uns im Zellenleben entgegentreten; anderseits aus der Geschichte der Zellentheorie, in deren Verlaufe der Begriff der Zelle vielfache und bedeutende Wandlungen erfahren hat. Wir wollen daher zunächst auf die wichtigsten Etappen der letzteren einen kurzen historischen Überblick werfen.

Als im letzten Drittel des siebzehnten Jahrhunderts mehrere Naturforscher, namentlich Malpighi in Italien und Grew in England, das Mikroskop zum ersten Male auf die anatomische Untersuchung der Pflanzenstruktur anwendeten, beobachteten sie im Pflanzengewebe einen Bau, der die größte Ähnlichkeit mit der Honigwabe der Bienen besaß. Die dichtgedrängten, mit Honig erfüllten Wachszellen der letzteren, die auf dem Querschnitt sechseckig erscheinen, gleichen den Holzzellen der Pflanzen, die Zellsaft enthalten. Das große Verdienst von Schleiden, dem eigentlichen Begründer der Zellentheorie, bestand in dem Nachweise, daß alle verschiedenen Gewebe der Pflanzen aus solchen Zellen ursprünglich zusammengesetzt sind (1838). Denselben Nachweis lieferte gleich darauf Theodor Schwann für die Gewebe der Tiere; durch seine „Mikroskopischen Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen" dehnte er (1839) die Zellentheorie über das Gesamtgebiet der Organismen aus. Beide Forscher betrachteten die Zelle im wesentlichen als ein Bläschen, dessen feste

Membran einen flüssigen Inhalt und in diesem einen kleineren festen Körper, den von R. Brown 1833 entdeckten Zellenkern (Nucleus) umschließe; sie verglichen die organische Zelle (— als mikroskopisches Individuum! —) mit einem organischen Kristall und glaubten, daß sie durch eine Art Kristallisation aus einer organischen Mutterlauge (Zytoblastema) entstehe; dabei sollte der zentrale Zellkern ähnlich dem Kristallkern als Ausgangspunkt dienen.

In den ersten zwanzig Jahren ihres Bestehens (von 1839 bis 1859) blieb für die Zellentheorie der Satz maßgebend, daß zum Begriffe der Zelle drei wesentliche Bestandteile gehörten: Erstens die feste äußere Zellmembran, der man nicht nur als Schutzhülle, sondern als eigentlichem „Baustein" des Organismus die größte Bedeutung zuschrieb; zweitens der flüssige oder halbflüssige Zelleninhalt (Zellsaft), und drittens der festere, in diesem eingeschlossene Zellkern (Nucleus oder Cytoblastus). Um eine anschauliche Vorstellung von den Dichtigkeitsverhältnissen und Lagebeziehungen dieser drei mikroskopischen Zellteile zu geben, verglich man sie mit einer Kirsche oder Pflaume. Das weiche „Fleisch" dieser Frucht (dem Zellsaft entsprechend) ist, wenn man sie schält, ebenso von der äußeren festen Hülle, wie von dem eingeschlossenen harten Kern nur schwer zu trennen. Ein wichtiger Fortschritt geschah erst 1860 dadurch, daß Max Schultze die äußere Schutzhülle für einen unwesentlichen, sekundär entstandenen Bestandteil der Zelle erklärte; er fehlt tatsächlich vielen, namentlich jugendlichen Zellen des Tierkörpers ganz; es gibt also „Nackte Zellen", ohne Membran. Zugleich wies dieser ausgezeichnete Anatom nach, daß der sogenannte „Zellsaft" — der eigentliche Zellenleib — keine einfache Flüssigkeit sei, sondern eine zähflüssige, eiweißartige Substanz, deren selbständige Bewegungen man schon seit langer Zeit von den Rhizopoden kannte, und die deren erster genauer Erforscher, Felix Dujardin, 1835 als Sarkode beschrieben hatte. Max Schultze zeigte ferner, daß diese Sarkode

identisch ist mit dem „Zellenschleim" der Pflanzenzellen, den Hugo Mohl 1846 zuerst als Protoplasma bezeichnet hatte, und daß diese „lebendige Substanz" als der eigentliche Träger der Lebenserscheinungen zu betrachten ist. Da die Zellmembran nunmehr als unwesentliche, erst sekundär vom weichen Protoplasmaleibe der Zelle ausgeschiedene, oft ganz fehlende Schutzhülle erkannt war, blieben für den reinen Zellbegriff nur zwei wesentliche Bestandteile übrig: der äußere weiche Zellenleib, aus Protoplasma bestehend, und der innere feste Zellenkern (Nucleus), aus einer ähnlichen Substanz, dem Nuklein, bestehend. Die ursprüngliche „nackte Zelle" glich nunmehr einer „geschälten" Kirsche oder Pflaume, ohne schützende feste „Haut". Dieser neue, seit vierzig Jahren bestehende Zellbegriff, für dessen Befestigung ich in meiner Monographie der Radiolarien (1862) neue Stützen zu liefern bemüht war, ist jetzt fast allgemein angenommen, und die Zelle definiert als ein „Körnchen" (— Klößchen oder Klümpchen —) von Protoplasma (= Zytoplasma), das einen festeren geformten Kern einschließt (Nucleus oder Karyon, bestehend aus Karyoplasma).

Hier bietet sich die Gelegenheit, einen lehrreichen Seitenblick auf die Irrwege zu werfen, denen mikroskopische Beobachtungen und die daraus gezogenen Schlüsse unterworfen sind. Obgleich Kölliker schon 1845 und Remak 1851 auf die Existenz von nackten, membranlosen Zellen aufmerksam gemacht und auch deren Bewegungen (z. B. an Lymphzellen) mit denjenigen im Protoplasma der Pflanzenzellen verglichen hatte, hielten doch die meisten und angesehensten Mikroskopiker zwanzig Jahre lang an dem Dogma fest, daß jede Zelle eine Membran besitzen müsse; man hielt den festen Umriß, den auch die nackte Zelle innerhalb eines verschieden lichtbrechenden Mediums zeigen mußte, für den Ausdruck einer besonderen, anatomisch abtrennbaren Membran. Mit demselben Recht könnte man jeder homogenen Glaskugel eine umhüllende Membran zuschreiben; denn

man sieht ja scharf ihren Umriß. In den langen Streitigkeiten, welche sogenannte „exakte Beobachter" über die Anwesenheit oder den Mangel einer Zellmembran führten, spielt dieser optische Irrtum, die falsche Deutung eines scharfen Konturs, eine Hauptrolle. Ähnlich verhält es sich mit vielen anderen Widersprüchen von „exakten Beobachtern", die ihre „sicheren Beobachtungen" für Tatsachen ausgeben, während sie tatsächlich Schlüsse aus unvollständigen, verschiedener Deutung fähigen Beobachtungen sind.

Schon vor vierzig Jahren (1864) hatte ich an einigen kleinen, rhizopodenartigen Protisten (Protamoeba und Protogenes) mich vergeblich bemüht, einen Zellkern in dem nackten, lebendigen und beweglichen Protoplasma nachzuweisen. Ebensowenig gelang dies mehreren anderen Beobachtern, die später ähnliche „kernlose Rhizopoden" untersuchten (Gruber, Cienkowski u. a.). Gestützt auf diese, später oft wiederholten, Beobachtungen hatte ich 1866 in meiner „Generellen Morphologie" die Klasse der Moneren, — als einfachster kernloser Elementarorganismen — aufgestellt und auf deren hohe Bedeutung für die Lösung allgemeiner biologischer Probleme hingewiesen. Ihr Wert ist neuerdings sehr gestiegen, seitdem auch die Chromaceen und Bakterien als „kernlose Zellen" anerkannt worden sind. Allerdings hat Bütschli gegen deren Auffassung als Moneren geltend gemacht, daß ihr homogener Plasmaleib chemisch sich nicht wie Zytoplasma, sondern wie Karyoplasma (= Nukleïn) verhalte, daß somit diese einfachsten Plastiden nicht dem Protoplasmaleibe, sondern dem Kern anderer Zellen entsprechen; die Bakterien und Chromaceen seien nicht „Zellen ohne Kern", sondern „Zellkerne ohne Zellenleib". Diese Auffassung stimmt mit der meinigen im Hauptpunkt überein, nämlich daß der Plasmakörper der Moneren (— abgesehen von seiner Molekularstruktur —) homogen ist und den charakteristischen Gegensatz von innerer Kernsubstanz und äußerer Zellsubstanz noch nicht ausgebildet hat. Wenn man diese beiden wesentlichen Be-

standteile der echten Zelle (— entsprechend der Ansicht der meisten heutigen Zellenforscher —) als chemisch zwar verwandt, aber doch verschieden auffaßt, so sind für die ursprüngliche Entstehung der kernhaltigen Zelle aus der kernlosen Zytode drei mögliche Fälle gegeben: I. Zellkern und Zellenleib sind durch Sonderung aus homogenem Plasma (Moneren) entstanden; II. der Zellenleib ist sekundär aus dem primären Zellkern hervorgegangen; III. der Zellkern ist sekundär aus dem primären Zellenleib entstanden.

Nach der ersten Ansicht, die ich für richtig halte, war das Plasma oder die „lebendige Substanz" der ältesten erdbewohnenden Organismen (— die nur als archigone Moneren gedacht werden können! —) homogenes Plasson oder Archiplasma, d. h. eine Plasmaverbindung, die noch nicht in äußeres Zytoplasma und inneres Karyoplasma gesondert war. Die Ausbildung dieses chemischen Gegensatzes — und zugleich die morphologische Sonderung von Zellenleib (Cytosoma) und Zellenkern (Karyon) — beruht auf einer phyletischen Differenzierung; sie war die Folge einer ältesten „Arbeitsteilung", und zwar der wichtigsten von allen! In der inneren Kernsubstanz sammelte sich die Erbmasse an, während die äußere Zellsubstanz den Verkehr mit der Außenwelt unterhielt; so wurde durch diese älteste Ergonomie der Zellkern zum Träger der Vererbung, der Zellenleib zum Organ der Anpassung. Im Gegensatz zu dieser Ansicht steht zweitens die Hypothese, die schon der Begründer der Zellentheorie, Schleiden (1838), ausgesprochen hatte, daß der Zellkern (Cytoblastus) die ursprüngliche Grundlage der Zelle sei und daß der äußere ihn umgebende Zellenleib erst sekundär von ihm gebildet werde. Diese Ansicht (die im Prinzip derjenigen von Bütschli entspricht) stößt auf ebensogroße Bedenken, wie die entgegengesetzte dritte Hypothese, daß der kernlose „Protoplasmaleib", d. h. der äußere Zytoplasmakörper die ursprüngliche Bildung sei, und daß erst sekundär der innere Zellkern durch Verdichtung und chemische Umbildung in seinem In-

neren entstanden sei. Im Grunde genommen ist der Unterschied dieser drei möglichen Hypothesen über die primäre Zytogenese nicht so groß, als es auf den ersten Blick scheinen möchte. Indessen möchte ich doch der ersten den Vorzug geben; denn sie nimmt an, daß die physiologischen und chemischen Gegensätze zwischen Zellkern und Zellenleib, die später eine so große Bedeutung erlangten, ursprünglich nicht vorhanden waren. Die Vorgänge der Karyolyse bei der indirekten Zellteilung zeigen uns noch heute, wie innig die Wechselbeziehungen der beiderlei Substanzen sind.

Wenn die organische Bevölkerung unseres Erdballs überhaupt auf natürliche Weise entstanden ist und nicht durch ein „Wunder", wie Reinke und andere Vitalisten annehmen, dann können die ältesten, durch den chemischen Prozeß der Archigonie entstandenen „Elementarorganismen" nicht bereits echte, kernhaltige Zellen gewesen sein, sondern nur kernlose Zytoden vom Werte der Chromaceen (vergl. Kap. 9). Die kernhaltige echte Zelle, wie sie O. Hertwig u. a. heute definieren, kann erst durch phylogenetische Differenzierung von Zellkern und Zellenleib aus der einfachen Zytode der Moneren entstanden sein. Dann ist es aber eine dringende Forderung der einfachen Logik, die ältere Zytode von der jüngeren Zelle begrifflich zu scheiden. Beide können dann am einfachsten unter dem Begriff der Plastide (= „Bildnerin") — d. h. des „Elementarorganismus" im weiteren Sinne — zusammengefaßt werden (wie ich schon 1866 vorgeschlagen hatte, ohne damit Anklang zu finden). Will man aber den letzteren Zelle (im weiteren Sinne!) nennen, dann muß man den üblichen modernen Zellenbegriff ändern und das Attribut des Kerns daraus entfernen. Dann ist die Zelle einfach das „lebendige Plasmakorn", und man muß deren beide Bildungsstufen mit anderen Namen unterscheiden. Man könnte dann die kernlose Plastide als Urzelle (Protocytos) bezeichnen, und die gewöhnliche, kernhaltige als Kernzelle (Karyocytos).

Eine lange Stufenleiter der zellularen Organisation führt von den einfachsten Urzellen (Moneren) zu den höchstentwickelten Protisten hinauf. Während in dem homogenen Plasmakörper der Chromaceen und Bakterien noch keinerlei morphologische Organisation zu beobachten ist, finden wir dagegen in den hoch differenzierten Körpern der vollkommensten Protophyten (Diatomeen, Siphoneen) und Protozoen (Radiolarien, Infusorien) eine Zusammensetzung aus vielen verschiedenen Teilen. Diese mannigfaltigen, durch Arbeitsteilung des Plasma entstandenen Körperteile des einzelligen Organismus dienen verschiedenen Funktionen und verhalten sich physiologisch, wie die Organe der einzelligen Histonen. Da aber der Begriff des „Organs" bei den letzteren morphologisch als ein vielzelliger, aus Geweben aufgebauter Körperteil festgestellt ist, können wir die ähnlich funktionierenden Werkzeuge nicht ebenfalls als „Organe der Zelle" begreifen, sondern unterscheiden sie besser als Organelle (oder Organoide).

Die große Mehrzahl der Protisten besitzt im ausgebildeten Zustande, als aktuelles Individuum, den morphologischen Wert einer echten, kernhaltigen Zelle. Durch Anpassung an die verschiedenartigsten Lebensbedingungen und durch Vererbung der so erworbenen neuen Eigenschaften hat sich im Laufe vieler Jahrmillionen eine solche Fülle von verschiedenartigen einzelligen Gestalten entwickelt, daß wir sowohl unter den plasmodomen Protophyten, als unter den plasmophagen Protozoen mehrere tausend noch heute lebende Arten unterscheiden können. So hoch beläuft sich die Zahl der bekannten und benannten Spezies allein schon in mehreren einzelnen Klassen, so z. B. bei den Diatomeen unter den Urpflanzen, bei den Radiolarien unter den Urtieren. Man kann diese allein lebenden Einzelligen oder „Einsiedlerzellen" als Monobien bezeichnen.

Viele andere Protisten geben diese ursprüngliche solitäre Lebensweise auf, folgen ihren geselligen Neigungen und bilden Zellvereine oder Zellkolonien

(Coenobia). Gewöhnlich bilden sich diese dadurch, daß die Tochterzellen, die durch Teilung einer Mutterzelle entstehen, nach erfolgter Teilung vereinigt bleiben, und ebenso die folgenden Generationen, die aus ihrer wiederholten Teilung hervorgehen. Unter den verschiedenen Formen dieser Zönobien sind die vier wichtigsten folgende:

1. Gelatin-Zönobien: Die sozialen Zellen scheiden strukturlose Gallertmassen aus und bleiben innerhalb der gemeinsamen Gelatinemasse vereinigt, ohne sich direkt zu berühren; bald liegen sie innerhalb derselben regellos zerstreut, bald nach bestimmten Regeln geordnet. Solche Gallert-Zönobien finden sich schon bei den Moneren: die Zoogloea vieler Bakterien und Chromaceen. Sie sind häufig unter den Protophyten und Protozoen.

2. Sphäral-Zönobien. Der Zellverein bildet eine Kugel, an deren Oberfläche die Zellen nebeneinander liegen, sich gegenseitig berührend oder selbst eine zusammenhängende Schicht bildend: Halosphaera und Volvox unter den Protophyten, Magosphaera und Synura unter den Protozoen. Die letzteren sind von besonderem Interesse, weil sie der Blastula gleichen, jenem wichtigen Entwicklungszustande der Metazoen, dessen einfache, epithelartige Zellenschicht an der Oberfläche der Hohlkugel man als Keimhaut (Blastoderma) bezeichnet.

3. Arboral-Zönobien. Der Zellverein hat die Form eines Bäumchens oder Strauches, indem die festsitzenden Zellen an ihrer Basis Gallertstiele ausscheiden und diese sich verästeln; an der Spitze jedes Stieles oder Astes sitzt eine selbständige Zelle; so bei Gomphonema und vielen anderen Diatomeen, bei Codonocladium unter den Flagellaten, bei Carchesium unter den Ciliaten.

4. Katenal-Zönobien. Der Zellverein bildet eine Kette, deren Glieder (die einzelnen Zellen) in einer Reihe aneinander liegen. Solche kettenförmige Zellvereine oder „gegliederte Fäden" finden sich schon unter den Moneren (Oscillaria und Nostoc unter den Chro-

maceen, Leptothrix unter den Bakterien). Unter den Diatomeen sind Bacillaria, unter den Thalamophoren Nodosaria Beispiele solcher Zellketten. Viele niedere Protophyten (Algarien und Algetten) bilden den direkten Übergang zu den echten Algen unter den Metaphyten, da der „fadenförmige Thallus" der letzteren (z. B. Cladophora) nur eine höhere Entwicklungsform des Katenal-Zönobium darstellt, mit Polymorphismus der aneinandergereihten Zellen. Man kann diese gegliederten vielzelligen Fäden auch als den ersten Ansatz zur Bildung der Gewebe bei den Metaphyten betrachten.

Die festen Zellvereine, die den Körper der Histonen, der vielzelligen Pflanzen und Tiere zusammensetzen, werden Gewebe genannt; sie unterscheiden sich von den Zönobien der Protisten dadurch, daß die geselligen Zellen ihre Selbständigkeit aufgeben, durch Arbeitsteilung verschiedene Formen annehmen und sich der höheren Einheit des Organs unterordnen. Indessen ist eine scharfe Grenze zwischen den Zönobien und den Geweben ebensowenig zu ziehen, als zwischen den Protisten und den Histonen, die ihre Besitzer sind; die letzteren sind aus den ersteren phylogenetisch hervorgegangen. Die ursprüngliche physiologische Selbständigkeit der Zellen, die zur Bildung der Gewebe vereinigt sind, geht um so mehr verloren, je fester ihre Vereinigung und je ausgebildeter ihre Arbeitsteilung ist, je mehr zugleich der Histonorganismus differenziert und zentralisiert ist. Die einzelnen Arten der Gewebe im Körper der Histonen verhalten sich also wie die einzelnen Stände und Berufsklassen im menschlichen Kulturstaate; je höher dessen Kultur entwickelt ist, je mannigfaltiger und verschiedenartiger dessen Stände und Arbeiterklassen ausgebildet sind, desto mehr sind sie voneinander abhängig und desto mehr wird der Staat zentralisiert.

Bei den niederen gewebebildenden Pflanzen, den Algen und Pilzen, erscheint der Pflanzenkörper als sogenannter Thallus oder „Pflanzenlager", als ein

Zellenlager, dessen Gewebe noch gar keine oder nur geringe Arbeitsteilung aufweist. Bei diesen Thalluspflanzen (Thallophyta) fehlen noch die Leitbündel oder Gefäßbündel, deren Ausbildung bei den höheren Pflanzen, im Zusammenhang mit der physiologischen Funktion der Saftleitung, eine hohe Bedeutung erlangt. Diese vollkommeneren Gefäßpflanzen umfassen die beiden großen Gruppen der Farne (Pteridophyta) und der Blumenpflanzen (Anthophyta oder Phanerogamae). Ihr Körper ist stets aus zwei Hauptorganen zusammengesetzt, dem axialen Stengel und den lateralen Blättern. Das ist bereits der Fall bei den Moosen (Bryophyta), denen die Gefäßbündel noch fehlen; sie stehen zwischen den beiden Hauptgruppen der gefäßlosen Thallophyten und der gefäßführenden Kormophyten in der Mitte. Übrigens ist die histologische und organologische Sonderung dieser großen Hauptgruppen der Gewebpflanzen nicht scharf durchzuführen; sie zeigen vielmehr zahlreiche Übergänge und Ausnahmen. Im allgemeinen lassen sich aber ihre mannigfachen Gewebeformen in zwei große Gruppen bringen, die man als primäre und sekundäre trennen kann. Die Primärgewebe sind die phylogenetisch älteren und histologisch einfachen „Zellgewebe", wie sie die Thallophyten (Algen, Pilze und Moose) konstituieren; Leitbündel fehlen oder sind nur schwach entwickelt. Aus ihnen sind erst später die Sekundärgewebe entstanden, die Leitbündel oder Gefäßbündel und vielfach differenzierte andere Gewebformen (Kambium, Holz usw.) bilden; sie konstituieren den Körper der höher zusammengesetzten „Gefäßpflanzen", der Farne (Pteridophyten) und Blumenpflanzen (Anthophyten).

Ganz ähnlich wie im Körper der Gewebpflanzen lassen sich auch in dem der Gewebtiere zwei Hauptgruppen von Geweben als primäre und sekundäre unterscheiden; erstere sind phylogenetisch und ontogenetisch älter, letztere jünger. Die Primärgewebe der Metazoen sind die Epitelien, einfache Zellschichten oder von diesen direkt abgeleitete Gewebsformen

(Drüsen usw.). Sekundärgewebe, aus den ersteren durch physiologischen Arbeitswechsel und morphologische Differenzierung entstanden, sind die Apotelien; unter diesen „abgeleiteten Geweben" der Tiere werden als drei Hauptgruppen Bindegewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe unterschieden. Ähnlich wie im Pflanzenreiche verteilen sich auch im Tierreiche diese beiden Hauptgruppen der Gewebe auf die niederen und höheren Abteilungen. Die Niedertiere oder Coelenterien (Gastraeaden, Spongien, Cnidarien) sind vorzugsweise aus Epitelien aufgebaut, ebenso auch die phyletisch älteren Gruppen der Obertiere oder Coelomarien; bei der großen Mehrzahl der letzteren ist aber die Hauptmasse des Körpers aus Apotelien gebildet, und diese unterliegen hier der mannigfaltigsten histologischen Differenzierung. Der Embryo aller Metazoen besteht anfänglich nur aus Epitelien (den „Keimblättern"); erst später entwikkeln sich aus denselben durch Differenzierung der Gewebe die Apotelien.

Die vergleichende Anatomie unterscheidet im vielzelligen Körper der gewebebildenden Organismen eine große Zahl von verschiedenen Körperteilen, die bestimmten Lebensaufgaben in zweckmäßigster Weise angepaßt und infolge von Arbeitsteilung höchst mannigfaltig entwickelt sind; sie werden als Organe im engeren Sinne bezeichnet, im Gegensatz zu den Organellen (oder Organoiden) der Protisten; diese haben zwar eine ähnliche physiologische Bedeutung, sind ihnen aber — als Teile einer Zelle — morphologisch nicht gleichwertig. Die auffällige Zweckmäßigkeit, die sich im Bau der einzelnen Organe behufs Erfüllung ihrer besonderen Lebensaufgabe nachweisen läßt, und ebenso der planmäßige Aufbau derselben zur individuellen Einheit des Histon — mit einem Wort: die zweckmäßige Organisation erklärt die Selektionstheorie (Darwin) mechanisch in genügender Weise, während ihre Entstehung durch die teleologischen Hypothesen der dualistischen Biologie (z. B. die „intelligenten Dominanten" von Reinke)

nicht erklärt wird. Die stufenweise Vervollkommnung der Organe und ihrer physiologischen Arbeitsteilung zeigt in beiden Reichen der Histonen vielfache Analogie; während auf den niedersten Stufen das einfache Organ nur ein individuell gesondertes Stück eines primitiven Gewebes darstellt, lassen sich auf den höheren Stufen besondere Organsysteme und Organapparate unterscheiden.

Der individuelle Begriff des Organsystems wird bestimmt durch die Einheit eines Gewebes, das in der Gesamtheit der dazugehörigen Organe den charakteristischen Bestandteil bildet. Solche Systeme sind im Reiche der Metaphyten das Hautdeckensystem (mit dem Gewebe der Epidermis), das Gefäßbündelsystem (mit den Leitbündeln und Gefäßbündeln) und das Füllgewebesystem (mit dem Grundgewebe). Im Reiche der Metazoen werden in analoger Weise unterschieden: das Hautdeckensystem (Integument der Epidermis), das Blutgefäßsystem (mit dem Mesenchymgewebe des Blutes und der Blutgefäße), das Muskelsystem (mit dem Gewebe des Fleisches) und das Nervensystem (mit den Neuronen des Nervengewebes).

Im Gegensatze zu dem histologischen Begriffe des Organsystems steht der physiologische Begriff des Organapparates. Dieser wird nicht durch die Einheit des konstituierenden Gewebes bedingt, sondern durch die Einheit der Lebensarbeit, die durch die betreffende Organgruppe der Histonen geleistet wird. Ein solcher Organapparat ist z. B. die Blume und die daraus entstehende Frucht der Phanerogamen, das Auge und der Darm der Tiere. In diesen Apparaten können die verschiedensten Organe und Organsysteme zweckmäßig verbunden sein, um eine bestimmte physiologische Aufgabe zu erfüllen.

Als das „eigentliche Individuum" (im weiteren Sinne!) wird gewöhnlich bei den höheren Tieren und Pflanzen der gewebebildende und aus Organen zusammengesetzte Organismus bezeichnet, den wir hier kurz und prägnant als Histonalindividuum (— oder

kürzer: „Histonale" —) bezeichnen wollen. Die Botaniker unterscheiden diese individuelle Erscheinung der Metaphyten als Sproß (Blastus); die Zoologen bezeichnen die entsprechende Bildungseinheit als Person (Prosopon). Beide Formen des „eigentlichen" Individuums zeigen in ihrem allgemeinen Verhalten viele Übereinstimmung und erscheinen als „Individuum zweiter Ordnung", wenn man der Zelle die erste Stufe und dem Stock die dritte Stufe in der Rangordnung der organischen Individualität einräumt. Trotzdem existierte bisher keine gemeinsame Bezeichnung für beide Formen. Wenn wir sie hier allgemein unter dem Begriff der Histonalen oder Histonalindividuen zusammenfassen, so wollen wir damit die geschlossene physiologische Einheit des vielzelligen und gewebebildenden Organismus bezeichnen, gegenüber den einzelligen Protisten einerseits und dem höheren, aus vielen Histonalen zusammengesetzten Stock (Cormus) anderseits.

Das Histonalindividuum der Gewebpflanzen, das vorzüglich der geistreiche Botaniker Alexander Braun als Sproß klar unterschieden und charakterisiert hat, tritt im Reiche der Metaphyten in zwei verschiedenen Hauptformen auf, in der niederen Form des Lagersprosses (Thallus) und der höheren Form des Stengelsprosses (Culmus). Der Thallus ist vorherrschend in dem niederen und älteren Unterreiche der Lagerpflanzen (Thallophyta), in den Klassen der Algen und Pilze; der Kulmus hingegen in dem höheren und jüngeren Unterreiche der Stockpflanzen (Cormophyta), in den Klassen der Moose, Farne und Blumenpflanzen. Der Kulmus zeigt allgemein die charakteristische Zusammensetzung aus einem axialen Zentralorgan, dem Stengel, und an diesen seitlich befestigten Lateralorganen, den Blättern; der erstere mit unbegrenztem Scheitelwachstum, die letzteren mit begrenztem Basalwachstum. Der Thallus zeigt diesen wichtigen morphologischen Gegensatz noch nicht. Indessen gibt es Ausnahmen in beiden Gruppen der Metaphyten. Die großen und hochentwickelten Fu-

koideen unter den Algen zeigen bereits ähnliche Organdifferenzierungen, wie sie bei den höheren Kormophyten als Stengel und Blätter unterschieden werden. Anderseits fehlen dieselben noch den niederen Lebermoosen, die einen gleichen Thallus wie manche Algen bilden; so ist z. B. das Lebermoos Riccia fluitans ganz ähnlich der braunen Alge Dictyota dichotoma. Auch andere primitive Lebermoose (z. B. Anthoceros) haben noch einen ganz einfachen Thallus; die Mehrzahl derselben zeigt aber schon die Sonderung des Thallus in ein Axialorgan (Stengel) und mehrere Lateralorgane (Blätter). Durch die Arbeitsteilung der Blätter bilden sich dann die Differenzen von Niederblättern, Laubblättern, Hochblättern und Blütenblättern aus. Eine einfache Mohnpflanze (Papaver) oder eine einblütige Gentiana ciliata, die nur eine einzige Blüte am Scheitel des unverästelten Stengels trägt, ist das Beispiel eines hochentwickelten Kulmus.

Dem Sprosse unter den Metaphyten entspricht die Person unter den Metazoen. Alle Gewebtiere durchlaufen in ihrer embryonalen Entwicklung die bedeutungsvolle Keimstufe der Gastrula oder des „Becherkeims". Der ganze Körper des Gewebtieres bildet auf dieser Stufe ursprünglich ein einfaches Darmsäckchen oder Magensäckchen (Urdarm), dessen Hohlraum sich nach außen durch einen Urmund öffnet; die dünne Wand des Säckchens bilden zwei aneinanderliegende Zellschichten, die beiden „primären Keimblätter". Diese Gastrula ist die einfachste Form der Person, und die beiden Keimblätter sind ihre einzigen Organe. (Vgl. Kapitel 10.)

Die mannigfaltigen Tierformen, die sich aus dieser gemeinsamen Keimform der Gastrula höchst divergierend entwickeln, lassen sich sämtlich auf zwei Unterreiche verteilen, die Niedertiere (Coelenteria) und die Obertiere (Coelomaria); erstere entsprechen durch die Einfachheit ihres Baues in vieler Beziehung den Thallophyten, letztere den Kormophyten. Unter den vier Stämmen der Coelenterien (die nur eine Darm-

öffnung und noch keine Leibeshöhle besitzen) bleiben die Gasträaden auf der Gastrulastufe stehen; die Spongien bilden durch Multiplikation derselben Stöcke von Gasträaden. Dagegen entwickeln sich die Nesseltiere (Cnidaria) zu höheren Radialpersonen, die Plattentiere (Platodes) zu niederen Bilateralpersonen. Von diesen letzteren sind die Wurmtiere (Vermalia) abzuleiten, die gemeinsame Stammgruppe der fünf höheren Tierstämme, der ungegliederten Mollusken, Echinodermen und Tunikaten, der gegliederten Artikulaten und Vertebraten.

Ein großer Teil der physiologischen Vorzüge und der morphologischen Vollkommenheit, welche die höheren Histonen gegenüber den niederen zeigen, beruht darauf, daß der Körper des gewebebildenden Organismus sich gliedert, d. h. in der Längsachse in mehrere gleichartige Abschnitte sondert. Mit dieser Multiplikation der Organgruppen ist meistens eine mehr oder minder weitgehende Arbeitsteilung derselben verknüpft, ein Hauptfaktor höherer Vervollkommnung. Auch in diesem Punkte zeigt sich der biogenetische Parallelismus zwischen den beiden Hauptgruppen der Gewebpflanzen und der Gewebtiere.

Im Reiche der Gewebpflanzen erheben sich die gegliederten Kormophyten weit über die ungegliederten Thallophyten. Indem die Stengelgliederung der ersteren sich ausbildet, indem zwischen je zwei Stengelgliedern oder Internodien sich an den Knoten (Nodi) Blätter entwickeln, ist der polymorphen Differenzierung ein weit größerer Spielraum gegeben als bei den Thallophyten, denen eine solche Metamerie meistens fehlt. Wenn die Abstände der Knoten weit sind, nennt man solche gegliederte Sprossen: Langtriebe, wenn sie eng sind: Kurztriebe. Auf der sexuellen Arbeitsteilung der dichtgedrängten Blattkreise an einem Kurztriebe beruht die Ausbildung der Blüte bei den Blumenpflanzen oder Phanerogamen.

Den beiden Gruppen der ungegliederten und gegliederten Sprossen im Reiche der Gewebpflanzen

entsprechen in mehrfacher Beziehung die beiden Abteilungen der ungegliederten und gegliederten Personen im Reiche der Gewebtiere. Über alle anderen Metazoen erheben sich hier durch Vollkommenheit der Organisation und vielseitige Leistungsfähigkeit die beiden Stämme der Gliedertiere und Wirbeltiere. Bei den Gliedertieren (Articulata) ist die Metamerie eine überwiegend äußere, eine Artikulation der Leibeswand. Bei den Wirbeltieren (Vertebrata) dagegen betrifft sie vorzugsweise die inneren Organe: Skelett und Muskelsystem. Die Vertebration oder Gliederung der Wirbeltiere ist äußerlich nicht erkennbar wie die der Gliedertiere. In beiden Stämmen ist die Gliederung der niederen und älteren Formen gleichartig (homonom), so bei den Anneliden und Myriapoden, den Akraniern und Zyklostomen. Je höher sich dagegen die Organisation erhebt, desto mehr tritt die Ungleichartigkeit (Heteronomie) der Metameren oder Gliederstücke hervor, so bei den Arachniden und Insekten, den Amphibien und Amnioten. Denselben Gegensatz zeigen die niederen und höheren Krustazeen. Während diese Metamerie der höheren Metazoen eine motorische ist, durch die Bewegungsart der langgestreckten Person erworben, findet sich dagegen in einigen Gruppen der niederen, meist ungegliederten Metazoen eine propagative Metamerie, durch terminale Knospung bedingt; so die Strobilation der Kettenbandwürmer und der Skyphostomapolypen. Die einzelnen Metameren, die sich hier vom Ende der Kette ablösen, lassen ihre physiologische Individualität sofort erkennen. Das ist auch der Fall bei manchen Anneliden, bei denen jedes abgetrennte Glied die Fähigkeit besitzt, die ganze Metamerenkette zu reproduzieren.

Die dritte und höchste Stufe der Individualität, zu der sich der vielzellige Organismus erhebt, ist der Stock oder die Kolonie (Cormus). Sie entsteht meistens durch bleibende Vereinigung von Histonalen, die durch Spaltung (unvollständige Teilung oder Knospung) aus einem Histonindividuum hervorgehen. Die

große Mehrzahl der Metaphyten bildet in diesem Sinne eine „zusammengesetzte Pflanze". Unter den Metazoen hingegen kommt diese Form der Individualität nur bei den niederen (meistens nur bei festsitzenden) Abteilungen zur Entwicklung. Abermals zeigt sich auch hier in beiden Hauptgruppen der Histonen ein auffälliger Parallelismus der Entwicklung. Auf den niederen Stufen der Stockbildung sind die sozialen Histonalen unter sich gleich. Auf den höheren Stufen hingegen erlangen sie durch Arbeitsteilung ungleiche Bildung, und je weiter sich die Unterschiede derselben entwickeln, desto abhängiger werden sie voneinander, desto mehr wird der ganze Stock zentralisiert (z. B. bei den Siphonophoren). Als zwei Hauptformen der Stockbildung können wir danach die homonome und heteronome unterscheiden, erstere ohne, letztere mit Arbeitsteilung der Histonalen.

Die Kulturgeschichte des Menschen lehrt uns, daß die aufsteigende Entwicklung der Kultur mit drei verschiedenen Vorgängen verknüpft ist: I. Assozion (oder Assoziation) der Individuen zu einer Gemeinschaft (Vereinsbildung); II. Arbeitsteilung (Ergonomie) der sozialen Personen und infolgedessen verschiedene Ausbildung derselben oder Formspaltung (Polymorphismus); III. Zentralisation oder Integration des einheitlichen Ganzen, straffe Organisation des Vereins. Dieselben Grundgesetze der Soziologie gelten ebenso für alle anderen Vereinsbildungen in der organischen Welt; auch für die stufenweise Entwicklung der einzelnen Organe aus den Geweben und Zellvereinen. Die Staatenbildung der Menschen schließt sich unmittelbar an die Herdenbildung der nächstverwandten Säugetiere an. Die Herden der Affen und Huftiere, die Rudel der Wölfe und Pferde, die Schwärme und Scharen der Vögel, oft beherrscht von einem Leittiere, zeigen uns verschiedene Stufen der „Staatenbildung"; ebenso die Schwärme der höheren Gliedertiere (Insekten, Krustazeen), insbesondere die Staaten der Ameisen und Termiten, die

Stöcke der Bienen usw. Diese organisierten Vereine von frei lebenden Personen unterscheiden sich von den festsitzenden Stöcken niederer Tiere hauptsächlich dadurch, daß die sozialen Personen nicht körperlich zusammenhängen, sondern durch das ideale Band der Interessengemeinschaft zusammengehalten werden.

Achtes Kapitel

LEBENSFORMEN

Realformen und Grundformen. Kristalle und Bionten. Symmetrie-Gesetze. Schönheit der organischen Gestalten.

Die unendliche Fülle verschiedener Gestalten, die uns im weiten Reiche des organischen Lebens entgegentritt, erfreut nicht nur unsere Sinne durch ihre Schönheit und Mannigfaltigkeit, sondern sie reizt auch unsere Wißbegierde, indem sie die Fragen nach ihren Ursachen und ihrem inneren Zusammenhange anregt. Während die ästhetische Beschäftigung mit der Schönheit der Lebensformen der bildenden Kunst unerschöpfliche Quellen erschließt, ist dagegen die wissenschaftliche Erkenntnis ihrer Zusammensetzung und Gestaltung, ihrer Entstehung und Entwicklung Gegenstand einer besonderen biologischen Wissenschaft, der Morphologie oder Formenlehre. Die Prinzipien dieser letzteren habe ich in meiner „Generellen Morphologie" eingehend erörtert. Dieselben liegen dem gewöhnlichen Bildungskreise so fern und sind auch ohne Hinweis auf zahlreiche erläuternde Abbildungen so schwer zu verstehen, daß ich hier auf näheres Eingehen verzichten muß. Ich will daher in diesem Kapitel nur diejenigen Verhältnisse der organischen Gestaltungen kurz berühren, welche die schwierige Frage von ihren idealen Grundformen, den Gesetzen ihrer Symmetrieverhältnisse und ihre Beziehung zur Kristallbildung betreffen. Eingehender habe ich diese verwickelten Probleme kürzlich im letzten (elften) Hefte meiner „Kunstformen der

Natur" behandelt. Die 100 Tafeln dieses Werkes können zugleich zur anschaulichen Illustration der morphologischen Verhältnisse dienen.

Die Einheit der organischen Bildung, die überall in der materiellen Grundlage der lebendigen Naturkörper, in der chemischen Zusammensetzung und in der Gestaltungskraft ihres Plasma sich ausspricht, zeigt sich auch in den Symmetriegesetzen ihrer Grundformen. Die unendliche Mannigfaltigkeit der Speziesformen läßt sich sowohl im Tierreich wie im Planzenreich auf wenige Hauptgruppen oder Klassen von Grundformen zurückführen, und diese zeigen in beiden Reichen keinen Unterschied. Die sechsstrahlige Lilienblume hat dieselbe reguläre Grundform wie die hexaradiale Koralle oder Seerose und die bilateral-radiale Grundform ist dieselbe im Veilchen und im zweiseitigen Seeigel. Die dorsiventrale oder bilateral-symmetrische Grundform der meisten grünen Baumblätter wiederholt sich in der Person der meisten höheren Tiere (Coelomarien); der Unterschied von rechts und links bedingt in beiden zugleich den charakteristischen Gegensatz von Rükken und Bauch.

Viel wichtiger als die übliche Unterscheidung von Tier und Pflanze ist in Beziehung auf die Grundformen und ihre Ausgestaltung der Gegensatz zwischen Protisten und Histonen. Denn die Protisten, die einzelligen Organismen (ohne Gewebe!), offenbaren eine viel größere Freiheit und Mannigfaltigkeit in der Entwicklung der Grundformen als die Histonen, die vielzelligen und gewebebildenden Organismen. Bei den Protisten (ebensowohl Protophyten als Protozoen) entscheidet über die Symmetrie der Grundform und die besondere Ausbildung ihrer Anhänge die Gestaltungskraft des Elementarorganismus, der einzelnen Zelle; dagegen bei den Histonen (sowohl Metaphyten als Metazoen) die Plastizität des Gewebes, das sich aus vielen gesellig verbundenen Zellen zusammensetzt. Auf Grund dieses tektologischen Gegensatzes kann man die ganze organische

Welt in vier Reiche (oder Unterreiche) einteilen, wie das morphologische System der Tabelle zeigt (S. 214).

In bezug auf die allgemeine Grundformenlehre (Promorphologie) ist die interessanteste und formenreichste unter allen Organismengruppen die Klasse der Strahlinge (Radiolaria). Denn alle verschiedenen Grundformen, welche man im geometrischen System unterscheiden und mathematisch definieren kann, finden sich tatsächlich in den zierlichen Kieselskeletten dieser einzelligen, im Meere schwebenden Protozoen verkörpert vor. Ich habe über viertausend Formen derselben in meiner Monographie der Challengerradiolarien unterschieden und auf 140 Tafeln abgebildet.

Nur sehr wenige organische Formen erscheinen ganz unregelmäßig, ohne jede Spur von Symmetrie, oder wechseln beständig ihre „formlose" Gestalt, wie z. B. die Amoeben und die ähnlichen „amöboiden Zellen" der Plasmodien. Die große Mehrzahl aller organischen Körper läßt sowohl in ihrer äußeren Gesamtform als in der Bildung ihrer einzelnen Teile eine gewisse Gesetzmäßigkeit erkennen, die man als Symmetrie im weiteren Sinne bezeichnen kann. Das Gesetzmäßige dieser symmetrischen Bildung spricht sich oft auf den ersten Blick darin aus, daß gleichartige Teile in einer bestimmten Zahl und Größe nebeneinander geordnet sind, und daß bestimmte ideale Achsen und Ebenen unterscheidbar sind, die sich unter meßbaren Winkeln schneiden. Viele organische Formen gleichen hierin den anorganischen Kristallen. Der wichtige Zweig der Mineralogie, der diese Kristallformen beschreibt, mißt und in mathematischen Formeln festlegt, ist die Kristallographie. Ein verwandter Zweig der biologischen Formenkunde, der bisher sehr vernachlässigt wurde, ist die Grundformenlehre (Promorphologie). Beide Forschungszweige verfolgen gemeinsam die Aufgabe, in der realen vorliegenden Körperform ein ideales Symmetriegesetz zu entdecken und dieses in einer ganz bestimmten mathematischen Formel auszudrücken.

Die Zahl der idealen Grundformen, auf die sich die Symmetrieverhältnisse der unzähligen realen Lebensformen zurückführen lassen, ist verhältnismäßig gering. Früher begnügte man sich mit der Unterscheidung von zwei oder drei Hauptgruppen: I. Strahlige Grundformen (radiäre oder aktinomorphe), II. Zweiseitige Grundformen (bilaterale oder zygomorphe) und III. Unregelmäßige Grundformen (irreguläre oder amorphe). Wenn man aber die charakteristischen Merkmale und Unterschiede der Grundformen schärfer ins Auge faßt, und dabei die Verhältnisse der bestimmenden idealen Achsen und ihrer Pole gebührend berücksichtigt, gelangt man zur Unterscheidung der neun Gruppen von Grundformen, die in unserer Tabelle zusammengestellt sind. In diesem promorphologischen System ist maßgebend das Verhältnis der Lagerung der Teile zur natürlichen Mitte des Körpers. Wir unterscheiden daraufhin zunächst vier Klassen von Grundformen: 1. Die Zentrostigmen zeigen als natürliche Körpermitte einen Punkt, 2. die Zentraxonien eine gerade Linie (Achse), 3. die Zentroplanen eine Ebene (Medianebene); 4. die Zentraporien (Acentra oder Anaxonia), die ganz unregelmäßigen Grundformen, lassen überhaupt keine Mitte und keine Symmetrie unterscheiden.

1. Zentrostigme Grundformen. (Erste Klasse der idealen Grundformen.) Die natürliche Mitte der Körperform ist ein mathematischer Punkt. Eigentlich gibt es nur eine einzige, hierher gehörige Form, und das ist die regelmäßigste von allen, die Kugel. Man kann jedoch zwei Unterklassen derselben unterscheiden, die Glattkugeln und die Tafelkugeln. Die Glattkugel (Holosphaera) ist die mathematisch reine Kugel, bei der alle Punkte der Oberfläche gleich weit vom Mittelpunkt entfernt und alle durch letzteren gelegten Achsen von gleicher Länge sind. In vollkommen reiner Ausbildung verkörpert zeigt sie die Eizelle vieler Tiere (z. B. des Menschen und der Säugetiere), die Pollenzelle vieler Pflanzen; ferner solche Zellen, die sich frei in einer Flüssigkeit schwebend ent-

wickeln, die einfachsten Formen der Radiolarien (Actissa), ferner die sphärischen Coenobien der Volvozinen und Catallakten, und die entsprechende reine Embryonalform der Blastula. Die Glattkugel ist deshalb von ganz besonderer Bedeutung, weil sie die einzige absolut reguläre Grundform darstellt, die einzige Form mit vollkommen stabilem Gleichgewicht und zugleich die einzige organische Form, die unmittelbar physikalisch zu erklären ist; anorganische Flüssigkeiten (Quecksilbertropfen, Wassertropfen) nehmen ebenso von selbst die reine Kugelform an, wie Öltropfen, die in einer wässerigen Flüssigkeit von gleichem spezifischem Gewicht (z. B. einer Mischung von Alkohol und Wasser) schweben.

Die Tafelkugel oder Fazettenkugel (Phatnosphaera) ist das sogenannte endosphärische Polyeder, d. h. ein vielflächiger Körper, dessen Ecken sämtlich in eine Kugelfläche fallen. Die Achsen oder Kugeldurchmesser, die man durch die Ecken und den Mittelpunkt legt, sind sämtlich unter sich gleich, und größer als alle anderen (durch die Tafeln oder Fazetten gelegten) Achsen. Solche getäfelte Kugeln finden sich zahlreich verkörpert in den kugeligen Kieselskeletten vieler Radiolarien; die kugelige Zentralkapsel vieler Sphäroideen ist von einer konzentrischen Gallerthülle umschlossen, an deren sphärischer Oberfläche ein Netzwerk von feinen Kieselfäden ausgeschieden wird. Die Maschen dieses Netzwerks sind bald regelmäßig (meistens dreieckig oder sechseckig), bald unregelmäßig; aus den Knotenpunkten des Netzes (die sämtlich in der Kugelfläche liegen) erheben sich oft radiale Kieselstacheln (Kf. 1, 51, 91). Auch die Pollenkörner im Blütenstaube vieler Blumenpflanzen nehmen die Form von Tafelkugeln an.

II. Zentraxonie Grundformen: die natürliche Mitte des Körpers ist eine gerade Linie, die Hauptachse (Prinzipalachse). Diese große Gruppe von Grundformen zerfällt in zwei Klassen, je nachdem jene Achse die einzige feste Idealachse des Körpers ist, oder daneben noch feste Kreuzachsen zu unterscheiden sind,

welche sie rechtwinklig schneiden. Erstere nennen wir Einachsige (Monaxonia), letztere Kreuzachsige (Stauraxonia). Der horizontale Querschnitt (senkrecht zur Hauptachse) ist bei den Einachsigen kreisrund, bei den Kreuzachsigen vieleckig (polygonal).

Einachsige Grundformen (Monaxonia): die Form wird nur durch eine einzige feste Achse bestimmt, die Hauptachse (Axon principalis); ihre beiden Pole können entweder gleich sein (Isopola) oder ungleich (Allopola). Zu den gleichpolig Einachsigen (Isopola) gehören die bekannten einfachen Formen, die in der Geometrie unterschieden werden als Sphäroide (abgeplattete Kugeln), bikonvexe Linsen, Ellipsoide, Doppelkegel, Zylinder usw. Eine horizontale Schnittebene, die man durch die Mitte der vertikalen Hauptachse legt, teilt den Körper in zwei kongruente Hälften. Dagegen sind diese Teilstücke ungleich an Größe und Form bei den ungleichpolig Einachsigen (Allopola); der obere Akralpol oder Scheitel (Spitze) ist verschieden vom unteren Basalpol oder der Grundfläche (Basis); so bei der Eiform (des Vogeleies), der plankonvexen Linse, der Halbkugel, dem Kegel usw. Beide Subklassen der Monaxonien, sowohl die Allopolen (Konoidalen) als die Isopolen (Sphäroidalen), finden sich vielfach verkörpert in organischen Gestalten, ebenso Gewebzellen der Histonen, wie selbständig lebende Protisten.

Kreuzachsige Grundformen (Stauraxonia). Die vertikal gedachte Hauptachse (Axon principalis) wird von zwei oder mehreren horizontalen Kreuzachsen oder „Strahlen" (Axones radiales) geschnitten. Das ist der Fall bei denjenigen Formen, die man früher gewöhnlich als reguläre oder radiale bezeichnete. Auch hier können wieder, wie bei den Monaxonien, als zwei Unterklassen Isopole und Allopole unterschieden werden, je nachdem die beiden Pole der Hauptachse gleich oder ungleich sind.

Gleichpolig Kreuzachsige (Stauraxonia isopola) sind z. B. die Doppelpyramiden; eine der einfachsten Formen das Oktaeder. Diese Form zeigen in sehr cha-

rakteristischer Weise die meisten Akantharien ausgeprägt, jene Radiolarien, bei denen 20 Radialstacheln (aus kieselsaurem Kalk bestehend) von dem Mittelpunkte der vertikalen (stachellosen) Hauptachse ausstrahlen. Diese 20 Radien sind, wenn man sich das Bild der Erdkugel mit ihrer senkrechten Achse vor Augen hält, dergestalt auf fünf horizontale Gürtel von je 4 Stacheln verteilt, daß in der Äquatorebene sich zwei Paar rechtwinklig kreuzen, jederseits aber (in der nördlichen und südlichen Hemisphäre) die Spitzen von 4 Stacheln in die Tropenzone fallen, die Spitzen von 4 Polarstacheln in die Polarkreise; 12 Stacheln (die 4 äquatorialen und die 8 polaren) liegen in zwei aufeinander senkrechten Meridianebenen; dagegen liegen die 8 Tropenstacheln in zwei anderen Meridianebenen, welche die letzteren unter Winkeln von 45 Grad kreuzen. Bei den meisten Akantharien (sowohl den sternförmigen Akanthometren, als den gepanzerten Akanthophrakten) — mit wenigen Ausnahmen — bleibt dieses merkwürdige Stellungsgesetz der 20 Radialstacheln (— das Icosakanthengesetz —) infolge strenger Vererbung getreu erhalten; seine Entstehung erklärt sich durch die Anpassung an eine zweckmäßige Haltung, welche der im Meere schwebende einzellige Körper in einer bestimmten Gleichgewichtslage einnimmt. Verbindet man die Spitzen der realen Stacheln durch ideale Linien, so erhält man einen polyedrischen Körper, der sich auf die Form einer regulären Doppelpyramide zurückführen läßt. Auch bei anderen Protisten mit plastischem Skelett läßt sich diese Grundform der Gleichpolig-Kreuzachsigen erkennen, so z. B. bei vielen Diatomeen und Desmidiazeen. Seltener findet sich dieselbe in den Gewebezellen der Histonen verkörpert.

Ungleichpolig Kreuzachsige (Stauraxonia allopola) sind die Pyramiden, eine Grundform, die in der Gestaltung der organischen Körper eine Hauptrolle spielt; gerade sie wurden früher (im engeren Sinne) als reguläre oder radiale Formen bezeichnet; so die

regulären Blüten der Blumenpflanzen, die regulären Sterntiere, Medusen, Korallen usw. Je nach der Zahl und Größe der horizontalen Kreuzachsen, die die vertikale Hauptachse in der Mitte schneiden, können hier mehrere Gruppen unterschieden werden.

Regelmäßige oder reguläre Pyramiden. Zwei wesentlich verschiedene Abteilungen der pyramidalen Grundformen sind die regulären und die amphithekten Pyramiden. Bei den regulären Pyramiden sind die Kreuzachsen unter sich gleich, und die Grundfläche (Basis) ist ein regelmäßiges Vieleck, so bei den dreistrahligen Blüten von Iris und Krokus, den vierstrahligen Medusen, den fünfstrahligen „regulären Echinodermen", den meisten Seesternen, Seeigeln usw., den sechsstrahligen „regulären Korallen".

Zweischneidige oder amphitekte Pyramiden. Diese eigentümliche Gruppe von pyramidalen Grundformen ist dadurch charakterisiert, daß ihre Basis eine Raute (Rhombus) ist, nicht ein regelmäßiges Vieleck. Demnach kann man durch die Grundfläche zwei aufeinander senkrechte ideale Kreuzachsen legen, die beide gleichpolig, aber von ungleicher Länge sind. Eine von beiden kann als Sagittalachse (mit Rückenpol und Bauchpol), die andere als Transversalachse (mit rechtem und linkem Pol) bezeichnet werden; aber diese Unterscheidung ist willkürlich, weil beide gleichpolig sind. Darin liegt der wesentliche Unterschied von den zentroplanen und dorsiventralen Formen, bei denen nur die Lateralachse gleichpolig ist, die Sagittalachse hingegen ungleichpolig. In sehr reiner und vollkommener Form ist die zweischneidige Pyramide bei der Klasse der Ktenophoren oder Kammquallen ausgebildet, und zwar hier ganz allgemein. Die auffallende Grundform dieser pelagischen Nesseltiere ist bald zweistrahlig, bald vierstrahlig-zweiseitig, bald achtstrahlig-symmetrisch genannt worden. Schärfere Untersuchung lehrt, daß sie eine Rhombenpyramide ist; die ursprünglich vierstrahlige Grundform, die sie durch Vererbung von kraspedoten Medusen erhalten haben, ist dadurch „zweiseitig" ge-

worden, daß „rechts und links" sich andere Organe entwickelt haben, als „vorn und hinten".

Ähnliche rhombo-pyramidale Grundformen wie bei den Ktenophoren kommen auch bei einzelnen Medusen und Siphonophoren, bei vielen Korallen und anderen Nesseltieren vor, ferner bei vielen Blumen. Während die Ktenophoren konstant achtreifig sind (Octophragma), erscheinen dagegen die Personen vieler Korallen sechsreifig (Hexaphragma), so viele Madreporarien (Flabellum Kf. 9, Sphenotrochus). Die Blumen vieler Dikotylen sind vierreifig (Tetraphragma), so Circaea und viele Kruziferen (Draba, Lepidium). Die Bezeichnung „Zweischneidig" für diese besondere Grundform ist dem alten zweischneidigen Schwert entnommen; seine Hauptachse ist ungleichpolig, am Basalpole der Griff, am Akralpole die Spitze; aber die beiden geschliffenen Schneiden rechts und links sind unter sich gleich (Pole der Lateralachse) und ebenso die beiden breiten Flächen (dorsale und ventrale, durch die Sagittalachse verbunden).

III. Zentroplane Grundformen. (Dritte Klasse der idealen Grundformen.) Die natürliche Mitte des Körpers ist eine Ebene, die Hauptebene oder Mittelebene; sie teilt den „zweiseitigen" Körper in zwei symmetrisch gleiche Hälften, rechte und linke; damit ist zugleich der charakteristische Gegensatz von Rücken und Bauch gegeben; in der Botanik wird daher diese Grundform (die z. B. die meisten grünen Blätter zeigen) als dorsiventrale bezeichnet, in der Zoologie gewöhnlich als bilaterale im engeren Sinne. Charakteristisch für diese wichtige und weitverbreitete Grundform ist das Verhältnis von drei verschiedenen, aufeinander senkrechten Achsen, von diesen drei Richtachsen sind zwei ungleichpolig, die dritte gleichpolig. Man kann daher die Zentroplanen auch als Dreiachsige bezeichnen (Triaxonia). Bei den meisten höheren Tieren ist (— wie bei unserem eigenen menschlichen Körper —) die längste von den drei Richtachsen die Hauptachse oder „Längsachse"; ihr

vorderer Pol ist der orale oder Mundpol, ihr hinterer der aborale, kaudale oder Gegenmundpol (Schwanzpol). Die kürzeste von den drei Richtachsen ist an unserem Körper die Pfeilachse oder „Dickenachse"; ihr oberer Pol ist der Rückenpol, ihr unterer der Bauchpol. Die dritte Richtachse ist gleichpolig, die Querachse oder Transversalachse; der eine Pol wird als linker, der andere als rechter bezeichnet. Die einzelnen Teile, welche beide Körperhälften zusammensetzen, haben in beiden relativ dieselbe Lagerung; aber absolut (nämlich im Verhältnis zur Mittelebene) ist diese entgegengesetzt.

Weiterhin sind die zentroplanen oder bilateralen Grundformen auch durch drei aufeinander senkrechte Ebenen charakterisiert, die man durch je zwei Richtachsen legen kann. Die erste von diesen Richtebenen ist die Mittelebene; sie wird durch die Hauptachse und Pfeilachse bestimmt und teilt den Körper in die beiden symmetrisch-gleichen Hälften, rechte und linke. Die zweite Richtebene ist die Stirnebene; sie geht durch die Hauptachse und die Querachse (an unserem Körper parallel der Stirnfläche) und scheidet die Rückenhälfte von der Bauchhälfte. Die dritte Richtebene ist die Gürtelebene; sie wird bestimmt durch die Pfeilachse und die Querachse; sie trennt die Kopfhälfte (oder das Scheitelstück) von der Schwanzhälfte (oder dem Basalstück).

Der Begriff der bilateralen Symmetrie, der vorzugsweise für die zentroplanen oder dorsiventralen Grundformen angewendet wird, ist mehrdeutig, wie ich schon 1866 in der ausführlichen Analyse und Kritik dieser Grundformen, im vierten Buche der Generellen Morphologie, gezeigt habe; er wird in fünffach verschiedenem Sinne gebraucht. Für die allgemeine, hier vorliegende Betrachtung genügt es, zwei Ordnungen von zentroplanen Grundformen zu unterscheiden, die bilateral-radiale und die bilateralsymmetrische; bei der ersteren ist die strahlige (pyramidale) Grundform mit der bilateralen vereinigt, bei der letzteren hingegen nicht.

Bilaterial-radiale Grundformen (Amphipleura). Diese Ordnung umfaßt diejenigen Formen, in denen der strahlige Körperbau mit dem zweiseitigen in sehr charakteristischer Weise kombiniert ist. Auffällige Beispiele dafür sind im Pflanzenreiche die dreistrahligen Blüten der Orchideen; die fünfstrahligen Blüten der Lippenblumen, Schmetterlingsblumen usw. — im Tierreiche die fünfstrahligen „irregulären" Echinodermen, die bilateralen Seeigel (Spatangiden, Klypeastriden). Hier ist überall auf den ersten Blick die bilaterale Symmetrie erkennbar, und doch zugleich der „strahlige Bau", die Zusammensetzung aus 3—5 oder mehr Strahlteilen (Parameren), die um eine gemeinsame Mittelebene zweiseitig geordnet sind.

Bilateral-symmetrische Grundformen (Zeugiten, Zygomorphen, Zygopleura). Diese Grundform herrscht allgemein in der Person der höheren Tiere, die freie Ortsbewegung besitzen. Der Körper besteht aus ein paar Gegenstücken (Antimeren) und zeigt keine Spur des strahligen Baues. Bei den frei beweglichen, kriechenden oder schwimmenden Tieren (Wirbeltiere, Gliedertiere, Weichtiere, Wurmtiere usw.) ist gewöhnlich die Bauchseite unten der Erde zugewendet, dagegen die Rückenseite nach oben gekehrt. Offenbar ist diese zeugitische Grundform unter allen verschiedenen denkbaren Formen die am meisten nützliche und praktische für die Fortbewegung des Körpers in einer bestimmten Haltung und Richtung; die Last ist auf beide Seiten (rechts und links) gleichmäßig verteilt; der Kopf (mit den Sinnesorganen, dem Gehirn und Mund) ist nach vorn gerichtet, der Schwanz nach hinten. Daher sind auch seit Jahrtausenden alle künstlichen Bewegungswerkzeuge des Menschen (die Wagen auf dem Lande, die Schiffe im Wasser) nach derselben Grundform gebaut. Die Selektion hat sie als die zweckmäßigste und beste erkannt und beibehalten, während sie die übrigen verworfen hat. Bei den zeugiten grünen Laubblättern der Pflanzen sind es wieder andere Ursachen, die das Vorherr-

schen der bilateralen Symmetrie bedingen: das Verhältnis zum Stengel, an dem sie befestigt sind, zum Sonnenlicht, das von oben einfällt usw.

Eine gesonderte Betrachtung verlangen noch diejenigen bilateralen Formen, die zwar ursprünglich (durch Vererbung) symmetrisch angelegt, aber sekundär ungleichseitig geworden sind, durch Anpassung an besondere Lebensverhältnisse. Das bekannteste Beispiel unter den Wirbeltieren sind die Plattfische oder Schollen (Pleuronectides): die Seezungen, Flundern, Steinbutten usw. Diese hohen und schmalen, seitlich plattgedrückten Knochenfische sind in der Jugend ganz bilateral-symmetrisch gebaut, wie gewöhnliche Fische; später nehmen sie die Gewohnheiten an, sich auf eine Seite (die rechte oder linke) flach auf den Boden des Meeres zu legen; infolgedessen wird die obere, dem Lichte zugekehrte Seite dunkel gefärbt und oft schön gezeichnet (bisweilen sehr ähnlich dem umgebenden steinigen Meeresboden — Schutzfärbung! —); die untere Seite hingegen, auf der der Plattfisch liegt, bleibt farblos. Aber noch mehr! Das Auge der unteren Seite wandert auf die obere Seite hinüber, so daß beide Augen auf einer Seite (der rechten oder linken) nebeneinander liegen, und entsprechend wachsen die Schädelknochen und die sie bedeckenden Weichteile beider Kopfhälften ganz schief aus. Natürlich ist dieser ontogenetische Prozeß, bei dem sich auffällige Asymmetrie aus der ursprünglich ganz symmetrischen Bildung in der individuellen Jugendgeschichte jedes einzelnen Pleuronektiden entwickelt, nur durch das Biogenetische Grundgesetz zu erklären; er ist die schnelle und kurze, durch Vererbung bedingte Wiederholung jenes langen und langsamen phyletischen Umbildungsvorgangs, der in der Stammesgeschichte der Plattfische viele Jahrtausende zu seiner allmählichen Ausbildung gebraucht hat. Zugleich liefert diese interessante „Metamorphose der Pleuronektiden" ein ausgezeichnetes Beispiel für die „Vererbung erworbener Eigenschaf-

ten", infolge einer ständigen ökologischen Gewohnheit; durch die entgegenstehende Keimplasmatheorie von Weismann ist sie überhaupt nicht zu erklären.

Ein ähnliches augenfälliges Beispiel liefern dafür unter den wirbellosen Tieren die Schnecken (Gasteropoda). Die große Mehrzahl dieser Weichtiere zeichnet sich bekanntlich durch die Schraubenform ihrer Kalkschale aus. Dieses vielgestaltige, oft schön gefärbte und gezeichnete „Schneckenhaus" ist im Wesentlichen eine spiralig aufgerollte Röhre, die am oberen Ende (Scheitel) geschlossen, am unteren Ende (Mündung) geöffnet ist; das Weichtier kann sich vollständig in diese schützende Röhre zurückziehen. Die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Schnecken lehrt nun, daß dieses Schraubengehäuse ursprünglich aus einer einfachen, schildförmigen oder flach kegelförmigen Rückendecke des ursprünglich bilateral-symmetrischen Weichtiers entstanden ist, und zwar dadurch, daß beide Seitenhälften des Körpers — die Gegenstücke oder Antimeren — ungleiches Wachstum annahmen. Die Ursache desselben war ein rein mechanisches Moment, das Hinübersinken des wachsenden, von der Schale überdeckten Eingeweidesackes auf die eine Körperseite; ein Teil der darin liegenden Eingeweide (Herz, Niere, Leber usw.) wuchs infolgedessen auf einer Seite stärker als auf der anderen; und damit verbanden sich beträchtliche Umlagerungen und Umbildungen der benachbarten Teile, namentlich der Kiemen. Bei den meisten Schnecken ist sogar die eine Kieme und Niere und die dazu gehörige Herzvorkammer ganz verloren gegangen und nur die der anderen Seite erhalten geblieben, und diese ist von der linken Seite auf die rechte herübergewandert, oder umgekehrt. Die beträchtliche Asymmetrie beider Körperhälften, die sich infolgedessen entwickelt, findet in der Schraubenform des spiralig aufgerollten Kalkgehäuses ihren entsprechenden Ausdruck. Auch diese merkwürdige ontogenetische Metamorphose ist durch einen entsprechenden phylogeneti-

schen Prozeß vollkommen zu erklären und liefert die schönsten Beispiele für die „Vererbung erworbener Eigenschaften".

Auch im Pflanzenreiche, ebenso wie im Tierreiche, finden sich zahlreiche Beispiele solcher Asymmetrie von bilateralen Formen, so die grünen Laubblätter des bekannten Schiefblattes (Begonia), die Blüten von Canna.

Völlig irregulär und achsenlos sind im ganzen nur wenige organische Formen, da gewöhnlich schon die Beziehung zum Erdboden (Geotaxis) oder zu der nächsten Umgebung die besondere Richtung des Wachstums und damit die Ausbildung einer Achse in irgend einer Richtung bedingt. Indessen kann man als ganz unregelmäßig die weichen, ihre Gestalt beständig verändernden Plasmakörper vieler Rhizopoden bezeichnen, der Amöbinen, Myzetozoen usw. Auch die meisten Schwämme (Spongiae) — die wir als Kormen von Gastraeaden auffassen — sind ganz unregelmäßig gebildet; das bekannteste Beispiel ist der gemeine Badeschwamm.

Eine unbefangene und gründliche Erforschung der organischen Formbildungen überzeugt uns, daß ihre realen, unendlich mannigfaltigen Gestalten sämtlich auf die wenigen, vorstehend aufgeführten idealen Grundformen sich zurückführen lassen. Die vergleichende Anatomie und Ontogenie belehrt uns ferner, daß die unzähligen Umbildungsprozesse, die zur Entstehung der einzelnen Arten geführt haben, durch Anpassung an die verschiedenen Lebensbedingungen, Gewohnheiten und Tätigkeiten bewirkt sind und in Verbindung mit der Vererbung die morphologische Transformation physiologisch erklären. Nun aber erhebt sich die Frage, wie denn die Entstehung jener wenigen, geometrisch definierbaren Grundformen zu denken ist und welche Ursachen ihre Divergenz bewirkt haben.

Gerade bei dieser wichtigen und schwierigen Frage begegnen wir auch heute noch den verschiedensten Urteilen und der größten Hinneigung zu dualisti-

schen und mystischen Vorstellungen. Der gebildete Laie, der die biologischen Tatsachen nur teilweise oder unvollkommen kennt, glaubt sich gerade hier berechtigt, auf eine übernatürliche „Schöpfung" der Formen zurückgehen zu müssen; er meint, daß nur ein weiser Schöpfer, der seinen besonderen „Bauplan" mit Bewußtsein und Vernunft entwirft, und ihn zweckmäßig ausführt, solche Bildungen hervorbringen könne. Aber selbst angesehene und kenntnisreiche Naturforscher neigen an diesem Punkte zu mystischen und transzendenten Vorstellungen; sie meinen, daß die „gewöhnlichen" physikalischen Naturkräfte zur Erklärung hier nicht ausreichen und daß man wenigstens für die ursprüngliche Bildung der „Grundformen" einen zweckmäßigen Schöpfungsgedanken, einen Bauplan oder eine ähnliche teleologische Ursache, also bewußt wirkende Zweckursachen (causae finales) zu Hilfe nehmen müsse.

In prinzipiellem Gegensatze hierzu habe ich stets die Ansicht vertreten, daß auch für die Entstehung und Umbildung der „Grundformen", ebenso wie für alle anderen biologischen und anorganischen Prozesse, die Wirksamkeit der bekannten physikalischen Kräfte, der mechanischen „Werkursachen" (causae efficientes) vollkommen ausreicht. Um zu diesem klaren monistischen Verständnis zu gelangen und jenen dualistischen Irrtümern zu entgehen, muß man nur stets die grundlegenden Vorgänge des Wachstums im Auge behalten, die für alle organische und anorganische Gestaltung maßgebend sind; zugleich aber die lange Kette von allmählich aufsteigenden Entwicklungsstufen, die uns von den einfachsten Protisten, den Moneren, bis zu den höchst zusammengesetzten Organismen ununterbrochen hinaufführen.

Die einzelligen Organismen zeigen die größte Mannigfaltigkeit in promorphologischer Beziehung; allein schon in der einen Klasse der Radiolarien sind alle denkbaren geometrischen Grundformen tatsächlich verkörpert. Sehr einfach verhalten sich dagegen die Moneren, jene tiefsten Stufen des organischen Le-

bens, die an der Grenzlinie der anorganischen Welt stehen, die strukturlosen „Organismen ohne Organe". Vor allen ziehen hier die bedeutungsvollen Chromaceen, die bisher so unverdienter und unbegreiflicherweise vernachlässigt wurden, unser höchstes Interesse auf sich. Unter den bekannten und überall verbreiteten Chroococcaceen sind Chroococcus, Coelosphaerium, Aphanocapsa wohl die primitivsten von allen uns bekannten Organismen der Gegenwart — und zugleich diejenigen, welche uns die „erste Entstehung des organischen Lebens" durch Urzeugung (Archigonie) begreiflich machen. Eine winzig kleine, blaugrün gefärbte Plasmakugel, ohne alle Struktur oder nur von einer dünnen Hülle umgeben, ist der ganze „Organismus"; seine Grundform ist die primitivste von allen, die zentraxone Glattkugel. Nächst verwandt sind die Oszillarien und Nostochinen, gesellige Chromaceen, die als blaugrüne dünne Fäden erscheinen. Sie bestehen aus einfachen in einer Reihe aneinandergefügten (kernlosen) Urzellen, die infolge enger Verbindung oft scheibenförmig abgeplattet sind. Viele Protisten treten in zwei verschiedenen Zuständen auf, einem beweglichen Zustande (Kinese) mit sehr mannigfaltiger und oft veränderlicher Form — und einem Ruhezustande (Paulose) mit kugeliger Form. Wenn aber die einzeln lebende Zelle sich ein festes Skelett oder eine Schutzhülle zu bilden beginnt, so kann diese die mannigfaltigsten und oft kompliziertesten Formen annehmen. In dieser Beziehung übertrifft die Klasse der Radiolarien unter den Urtieren und die Klasse der Diatomeen unter den Urpflanzen (— beide kieselschalig! —) alle übrigen Gruppen des vielgestaltigen Protistenreiches. Die merkwürdigste und prinzipiell wichtigste Tatsache ist dabei, daß die kunstreichen Baumeister dieser wundervollen, oft höchst zweckmäßig und verwickelt gebauten Kieselgebilde allein die Plastidule oder Micelle sind, die molekularen, mikroskopisch nicht sichtbaren Bestandteile des weichen, festflüssigen Plasma (Sarkode).

Die Formbildung der Histonen unterscheidet sich von derjenigen der Protisten sehr wesentlich dadurch, daß bei den letzteren der einfache einzellige Organismus für sich allein die ganze Gestaltung und Lebenstätigkeit des Organismus hervorbringt, bei den Histonen dagegen der Zellenstaat, die soziale Vereinigung der zahlreichen verschiedenen Zellen, die den „Gewebekörper" zusammensetzen. Daher hat auch die ideale Grundform, die wir an der realen Histonbildung stets bestimmen können, eine ganz andere Bedeutung als bei den einzelligen Protisten. Während bei diesen letzteren die größte Mannigfaltigkeit in der Gestaltung der selbständig lebenden Zelle und der von ihr geformten Schutzhülle erscheint, ist hingegen bei den Histonen die Zahl der Grundformen beschränkt. Zwar können die Zellen selbst, die die Gewebe zusammensetzen, die größten Verschiedenheiten in Form und Struktur zeigen; allein die Zahl der verschiedenen Gewebe, die sie aufbauen, ist nur gering, und ebenso die Zahl der idealen Grundformen, welche der ganze, aus ihnen zusammengesetzte Organismus zeigt: der Sproß (Culmus) im Reiche der Gewebpflanzen, die Person im Reiche der Gewebtiere. Dasselbe gilt auch vom Stock (Cormus) in beiden Reichen, d. h. von der höheren individuellen Einheit, die sich aus vielen Sprossen oder Personen zusammensetzt.

Die zwei Klassen von Grundformen, die in den Sprossen der Metaphyten und den Personen der Metazoen vorzugsweise vertreten sind, wurden als radiale und bilaterale unterschieden; für die ersteren ist die festsitzende Lebensweise bestimmend, für die letzteren die freie Ortsbewegung in einer bestimmten Haltung und Richtung des Körpers (schwimmend im Wasser oder kriechend auf dem Boden). So finden wir die radiale oder aktinomorphe Grundform (als Pyramide) vorherrschend in den Blüten und Früchten der Metaphyten, in den Personen der Polypen, Korallen und regulären Echinodermen. Dagegen überwiegt die bilaterale oder dorsiventrale Grundform

bei den meisten frei beweglichen Tieren; sie findet sich aber auch bei vielen Blumen (Schmetterlingsblüten, Lippenblüten, Orchideen und anderen, die durch Insekten befruchtet werden); hier ist die Ursache des Bilaterismus durch andere Lebensverhältnisse gegeben, durch die Wechselbeziehung zu den Insekten, bei den grünen Laubblättern durch die Art ihrer Befestigung und Verteilung am Stamm usw.

Die zusammengesetzten Individuen höchster Ordnung, die Stöcke (Cormi) sind in ihrem Wachstum viel mehr von den räumlichen Bedingungen der Umgebung abhängig, als die Sprosse oder Personen; daher ist ihre Grundform meistens mehr oder weniger unregelmäßig, selten bilateral.

Das Interesse, das der Mensch den Naturformen ebenso wie den Kunstformen entgegenbringt und das ihn seit Jahrtausenden veranlaßt hat, die ersteren in den letzteren nachzuahmen, beruht zum größten Teile, wenn auch nicht ausschließlich, auf ihrer Schönheit, d. h. auf dem Lustgefühl, das ihre Betrachtung erregt. Die Ursache dieser Lust und Freude am Schönen, die Gesetzmäßigkeit ihrer Entwicklung, hat die Ästhetik zu ergründen. Wenn man dieselbe mit den Ergebnissen der modernen Gehirnphysiologie verknüpft, so kann man zwei Klassen von Schönheitsempfindungen unterscheiden, direkte und indirekte. Bei der direkten oder sinnlichen Schönheit sind unmittelbar die inneren Sinnesorgane von Lust erregt, die ästhetischen Neuronen oder sinnlichen Gehirnzellen (im Sensorium). Dagegen verknüpfen sich diese Eindrücke bei der indirekten oder assozialen Schönheit mit Erregung der phronetischen Neuronen, d. h. der vernünftigen Gehirnzellen, welche die Vorstellung und das Denken bewirken (im Phronema).

I. Direkte oder sinnliche Schönheit (Objekt der sensuellen Ästhetik); die unmittelbare Empfindung angenehmer Reize durch die Sinnesorgane. Wir können etwa folgende Stufen ihrer aufsteigenden Vollkommenheit unterscheiden: 1. Einfache Schönheit (Objekt der primordialen Ästhetik); die Lust wird

hervorgerufen durch den unmittelbaren sinnlichen Eindruck einer einfachen Form oder Farbe; so bewirkt schon einen angenehmen Eindruck eine Holzkugel im Gegensatz zu einem formlosen Holzstück, ein Kristall gegenüber einem Stein, ein himmelblauer oder goldgelber Fleck im Gegensatz zu einem graublauen oder schmutziggelben (— in der Musik ein einfacher reiner Glockenton im Gegensatz zu einem schrillen Pfeifen —). 2. Rhythmische Schönheit (Objekt der linearen Ästhetik); die ästhetische Empfindung wird bewirkt durch die Wiederholung irgendeiner einfachen Form in einer Reihe, z. B. eine Perlenkette, ein katenales Coenobium von Moneren (Nostok), oder von Zellen (Diatomeen); (— in der Musik eine taktmäßige Reihenfolge einfacher gleicher Töne —). 3. Aktinale Schönheit (Objekt der radialen Ästhetik); die Lust wird erregt durch die regelmäßige Anordnung von drei oder mehr gleichartigen einfachen Formen um einen gemeinsamen Mittelpunkt, von dem sie ausstrahlen: z. B. ein regelmäßiges Kreuz, ein strahlender Stern; drei Gegenstücke in der Irisblume, vier Parameren in der Person der Medusen, fünf Gegenstücke im Seestern; das bekannte Spiel mit dem Kaleidoskop lehrt, wie ergiebig die bloße radiale Konstellation von drei oder mehreren einfachen Figuren unseren ästhetischen Sinn ergötzt (— in der Musik die einfache Harmonie von mehreren zusammenklingenden Tönen, der Akkord —). 4. Symmetrische Schönheit (Objekt der bilateralen Ästhetik); die Lust wird bewirkt durch das Verhältnis eines einfachen Objektes zu seinem Spiegelbild, die Ergänzung von zwei spiegelgleichen Hälften (rechtem und linkem Antimer). Wenn man ein Stück Papier über einem beliebigen unregelmäßigen Tintenfleck so faltet, daß er sich auf beiden Hälften der Falte gleichmäßig abdrückt, so entsteht eine symmetrische Figur, die unseren natürlichen Raumsinn oder Gleichgewichtssinn befriedigt.

II. Indirekte oder assoziale Schönheit (Objekt der assoziativen oder symbolischen Ästhetik). Die ästhe-

tischen Eindrücke dieser zweiten Klasse sind nicht allein viel mannigfaltiger und zusammengesetzter als die der ersten, sondern sie spielen auch noch eine weit wichtigere Rolle im Leben des Menschen und der höheren Tiere. Die anatomische Vorbedingung für diese höhere physiologische Leistung ist der zusammengesetzte Bau des Gehirns der höheren Tiere und des Menschen, und namentlich die Entwicklung der besonderen Assozionsgebiete (der Denkherde, Vernunftsphäre), ihre Sonderung von den inneren Sinnesherden (Gefühlssphäre). Indem hier Millionen von verschiedenen Neuronen oder Seelenzellen zusammenarbeiten, die sensuellen Ästheten in Verbindung mit den rationellen Phroneten, entstehen durch verwickelte Assozion der Ideen (oder „Assoziation von Vorstellungen") viel höhere und wertvollere ästhetische Funktionen. Als vier Hauptgruppen solcher indirekten und assozialen Schönheit können angeführt werden: 5. Biologische Schönheit (Objekt der botanischen und zoologischen Ästhetik); die einzelnen Formen der Organismen oder ihrer Organe (z. B. eine Blume, ein Schmetterling) erregen unser ästhetisches Interesse durch Verknüpfung mit ihrer physiologischen Bedeutung, ihren Bewegungen, ihren bionomischen Beziehungen, ihrem praktischen Nutzen usw. 6. Anthropistische Schönheit (Objekt der anthropomorphen Ästhetik); der Mensch, als „Maß aller Dinge", betrachtet seinen eigenen Organismus als ästhetisches Hauptobjekt, ebensowohl morphologisch (Schönheit des ganzen Körpers und seiner einzelnen Organe: Augen, Mund, Haare, Hautfarbe usw.) — als physiologisch (Schönheit der Bewegungen, Stellungen) und physiologisch (Ausdruck der Gemütsbewegungen in der Physiognomie). Dadurch, daß der Mensch diese persönlichen, aus subjektiver Selbstbetrachtung gewonnenen Genüsse auf die objektive Welt überträgt und die anderen Wesen anthropomorphisch deutet, gewinnt diese anthropistische Ästhetik eine weitreichende universelle Bedeutung. 7. Sexuelle Schönheit (Objekt der erotischen Ästhetik);

die Lust ist bedingt durch die wechselseitige Anziehung der beiden Geschlechter; die außerordentlich wichtige Rolle der Liebe im Leben des Menschen wie der meisten anderen Organismen, der mächtige Einfluß der erotischen Gefühle und Leidenschaften, ferner die mit der Fortpflanzung verknüpfte sexuelle Selektion hat in der gegensätzlichen Gestaltung des Mannes und des Weibes eine unendliche Fülle von ästhetischen Produkten auf allen Gebieten der Kunst hervorgerufen; die besondere Lustempfindung, die durch die körperliche und geistige Wahlverwandtschaft der beiden Geschlechter hervorgerufen wird, ist phylogenetisch auf die Zellenliebe der beiderlei Sexualzellen, die Anziehungskraft von Spermazelle und Eizelle zurückzuführen. 8. Landschaftliche Schönheit (Objekt der regionalen Ästhetik). Das Lustgefühl, das der Genuß der Landschaft erregt, und das in der modernen Kultur der Landschaftsmalerei seine Befriedigung findet, ist umfassender als dasjenige aller anderen ästhetischen Empfindungen. Räumlich ist das Objekt größer und reicher, als alle einzelnen Naturobjekte, die, für sich betrachtet, schön und interessant sein können. Die wechselnden Formen der Wolken und des Wassers, die Umrisse der blauen Berge im Hintergrund, die Wälder und Wiesen im Mittelgrund, die belebende Staffage im Vordergrund der Landschaft erwecken in der Seele des Beschauers eine Fülle der verschiedensten Eindrücke, die durch höchst verwickelte Assozion der Ideen zu einem großen harmonischen Ganzen verwebt wird. Die physiologischen Funktionen der Nervenzellen unserer Großhirnrinde, die diese ästhetischen Genüsse bewirken, die Wechselwirkung der sensuellen Ästheten und der rationellen Phroneten, gehören zu den vollkommensten Leistungen des organischen Lebens. Diese „Regionale Ästhetik", die die Gesetze der landschaftlichen Schönheit wissenschaftlich zu ergründen hat, ist viel jünger als die übrigen vorher genannten Teile der „Wissenschaft vom Schönen". Sehr merkwürdig ist, daß für die Schönheit der Landschaft (im Gegen-

satze zur Architektur und zu der Schönheit der einzelnen Naturobjekte) die absolute Unregelmäßigkeit, der Mangel von Symmetrie und von mathematisch bestimmten Grundformen, die erste Vorbedingung ist. Symmetrische Ordnung der Objekte (z. B. eine doppelte Pappelallee oder Häuserreihe) oder radiale Figuren (z. B. ein Teppichbeet oder ein Waldstern) werden vom feineren Landschaftsgeschmack verworfen; sie erscheinen „langweilig und ermüdend".

Eine vergleichende Übersicht über die angeführten acht Hauptarten der Schönheit der Naturformen zeigt uns eine zusammenhängende Entwicklungsreihe, aufsteigend vom Einfachen zum Zusammensammengesetzten, vom Niederen zum Höheren. Dieser Stufenleiter entspricht auch die Entwicklung des Schönheitsgefühles beim Menschen, ontogenetisch vom Kinde zum Erwachsenen, phylogenetisch vom Wilden und Barbaren zum Kulturmenschen und Kunstkritiker. Die Stammesgeschichte des Menschen und seiner Organe, die uns in der Anthropogenie die stufenweise Ausbildung von niederen zu höheren Formen durch die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung erklärt, findet ihre Anwendung auch auf die Geschichte der Ästhetik und Ornamentik; sie lehrt uns, wie auch Gefühl, Geschmack, Gemüt und Kunst sich allmählich entwickelt haben. Anderseits entspricht dieser Entwicklungsreihe auch teilweise die Stufenleiter der Grundformen, die den realen Körperformen ebenso in der Natur wie in der nachbildenden Kunst zugrunde liegen.

Landscape art refs.
Sexual Selection
Humans
Animals

Übersicht der geometrischen Grundformen.

Vier Klassen der Grundformen nach den Verhältnissen der Körpermitte	Sechs Ordnungen der Grundformen nach den Verhältnissen der Körperachsen	Neun Ordnungen der Grundformen nach den Verhältnissen der Achsen-Pole	Charakter der wichtigsten Grundformen
A. Centrostigma Die geometrische Mitte ist ein Punkt (Stigma centrale). Keine Hauptachse.	**I. Homaxonia** Gleichachsige Grundform	**1. Glattkugel** (Holosphaera)	1. Geometrisch reine Kugeln; alle möglichen Achsen gleich
	II. Polyaxonia Vielachsige Grundform	**2. Tafelkugel** (Phatnosphaera)	2. Polyedrische Formen, deren Ecken sämtlich in eine Kugelfläche fallen
B. Centraxonia Die geometrische Mitte ist eine gerade Linie (die vertikale Hauptachse, Axon centralis)	**III. Monaxonia** Einachsige Grundform. Keine bestimmten Kreuzachsen (Querschnitt kreisrund)	**3. Sphäroidale Grundform** (Monaxonia isopola)	3. Spindel, Ellipsoide, Sphäroide, Linsen, Cylinder
		4. Konoidale Grundform (Monaxonia allopola)	4. Kegel, Oviform, Halbkugel, Halblinse
	IV. Stauraxonia Kreuzachsige Grundform. Bestimmte Kreuzachsen ausgeprägt (Querschnitt polygonal)	**5. Dipyramide Grundform** (Stauraxonia isopola)	5a. Reguläre Doppel-Pyramiden 5b. Zweischneidige Doppel-Pyramiden
		6. Pyramidale Grundform (Stauraxonia allopola)	6a. Reguläre Pyramiden 6b. Zweischneidige Pyramiden
C. Centroplana Die geometrische Mitte ist eine Ebene (die sagittale Medianebene Planum centrale).	**V. Triaxonia** Dreiachsige Grundform. Drei aufeinander senkrechte Richtachsen (Euthyni) bestimmen den Unterschied von rechts und links, von Rücken und Bauch	**7. Amphipleura** Bilateral-radiale Grundform (schienige Grundform). Vier oder mehr Gegenstücke (Antimeren)	7a. Paarig-Schienige (Paramphipleura) 7b. Unpaar-Schienige (Dysamphipleura)
		8. Zygopleura Bilateral-symmetrische Grundform (Jochpaarige Grundform). Nur zwei Gegenstücke (Antimeren)	8a. Persymmetrische (rechts und links gleich) 8b. Asymmetrische (rechts und links ungleich)
D. Centraporia Die geomtr. Mitte fehlt gänzlich	**VI. Anaxonia** Fehlachsige Grundform. Keine Achsen	**9. Irreguläre Grundform** Ganz unregelmäßig	9. Bestimmte Achsen und Pole sind nicht unterscheidbar

Neuntes Kapitel

MONEREN

Präcellare Organismen, Kernlose Zellen.
Chromaceen und Bakterien.

Bei Untersuchung und Erklärung aller zusammengesetzten Erscheinungen muß naturgemäß das Streben zunächst auf die Kenntnis der einfachen Bestandteile, auf die Art ihrer Zusammensetzung und auf die Entwicklung des Zusammengesetzten aus dem Einfachen gerichtet sein. Dieser Grundsatz gilt schon allgemein für die anorganischen Objekte, die Mineralien, die künstlich gebauten Maschinen usw. Auch für die biologischen Aufgaben hat er sich im allgemeinen Anerkennung erworben. Das Streben der vergleichenden Anatomie geht dahin, den höchst verwickelten Körperbau der höheren Organismen aus der aufsteigenden Stufenleiter der einfacheren Lebewesen zu verstehen, die Entstehung der ersteren durch historische Entwicklung aus den letzteren zu begreifen. In Widerspruch zu diesem wichtigen Grundsatze zeigt uns die moderne Zellenlehre, die sich in kurzer Zeit zu hoher Vollendung ausgebildet hat, ein entgegengesetztes Verhalten. Die verwickelte Zusammensetzung des einzelligen Organismus, sowohl in vielen höheren Protisten (z. B. Ziliaten, Infusorien) als manchen höheren Gewebezellen (z. B. Neuronen) hat dazu verführt, der Zelle allgemein eine höchst zusammengesetzte Organisation zuzuschreiben; ja man kann sogar sagen, daß sich in neuester Zeit die grundlegende „Zellentheorie" zu einem gefährlichen und geradezu irreführenden „Zellendogma" entwickelt hat.

Die moderne Darstellung der Zellenlehre, wie sie sich in vielen Abhandlungen der Gegenwart, ja sogar in manchen der angesehensten Lehrbücher findet, und die wir als dogmatisch bekämpfen müssen, gipfelt etwa in folgenden Lehrsätzen: 1. Die kernhaltige Zelle ist der allgemeine Elementarorganismus; alle Lebewesen sind entweder einzellig oder aus vielen Zellen und Geweben zusammengesetzt. 2. Dieser Elementarorganismus besteht mindestens aus zwei verschiedenen Organen (— richtiger „Organellen" —), aus dem inneren Zellkern (Nucleus) und dem äußeren Zellenleibe (Zytoplasma). 3. Die Substanzen dieser beiden Zellorgane, das Karyoplasma des Zellkerns und das Zytoplasma des Zellenleibes, sind niemals homogene Körper (— aus einem chemischen Substrate bestehend —), sondern stets „organisiert", aus mehreren, chemisch und anatomisch verschiedenen „Elementarbestandteilen" zusammengesetzt. 4. Das Plasma (oder Protoplasma) ist daher ein morphologischer, kein chemischer Begriff. 5. Jede Zelle entsteht nur (und ist nur entstanden) aus einer Mutterzelle, ebenso wie jeder Zellkern aus einem Mutterkern („Omnis cellula e cellula — Omnis nucleus e nucleo").

Diese fünf Grundsätze des modernen Zellendogma haben keine allgemeine Geltung; sie sind unvereinbar mit der Entwicklungstheorie. Ich habe sie daher seit 40 Jahren konsequent bekämpft und halte sie für so gefährlich, daß ich hier kurz die Gegengründe zusammenfassen will. Zunächst ist dabei der moderne Begriff der Zelle klarzustellen; er wird allgemein jetzt dahin definiert, daß (entsprechend dem zweiten Satze) die Zusammensetzung des Elementarorganismus aus zwei wesentlich verschiedenen Bestandteilen, aus Zellkern und Zellenleib maßgebend ist, und daß diese beiden Organelle sowohl in chemischer als morphologischer und physiologischer Beziehung beständige Differenzen zeigen. Wenn das wirklich der Fall ist, so kann die Zelle unmöglich der wahre „Primitivorganismus" sein; sie könnte dann im Beginne des

organischen Lebens auf unserer Erde nur durch ein Wunder entstanden sein. Vielmehr fordert unsere natürliche Entwicklungstheorie mit voller Klarheit und Bestimmtheit, daß die Zelle (— in diesem Sinne! —) das sekundär entstandene Produkt eines einfacheren primären „Elementarorganismus", einer homogenen Zytode ist. Es gibt noch heute einfachste Protisten, die jener Definition nicht genügen, und die ich 1866 als Moneren charakterisiert habe. Da sie notwendig den echten Zellen historisch vorausgegangen sein müssen, kann man sie auch als „präzellare Organismen" bezeichnen.

Die ältesten Organismen, die unseren Erdball bewohnten, und mit denen das wunderbare Spiel des organischen Lebens begann, können nach dem heutigen Zustande unserer biologischen Kenntnisse nur als homogene Plasmakörper gedacht werden, als Biogene oder Biogenaggregate, in denen die bedeutungsvolle, für die echte Zelle charakteristische Sonderung von Zellkern und Zellenleib noch nicht existierte. Ich hatte solche „kernlose Zellen" 1866 als Zytoden bezeichnet und sie mit den echten, kernhaltigen Zellen unter dem Begriffe der Plastiden vereinigt. Zugleich hatte ich schon damals zu zeigen versucht, daß solche Zytoden noch heute in der Form selbständiger Moneren existieren, und darauf 1870 in meiner „Monographie der Moneren" eine Anzahl Protisten beschrieben, die mir jener Definition zu entsprechen schienen.

Die ersten genaueren Beobachtungen über lebende Moneren (Protamoeba und Protogenes) hatte ich schon vor vierzig Jahren angestellt und sie daraufhin in der „Generellen Morphologie" als strukturlose „Organismen ohne Organe" und als die wahren Anfänge des organischen Lebens bezeichnet. Bald darauf gelang es mir während meines Aufenthalts auf der Kanarischen Insel Lanzerote die zusammenhängende Lebensgeschichte eines verwandten rhizopodenartigen Organismus zu beobachten, der sich ähnlich einem einfachsten Mycetozoon verhielt, aber

durch Mangel des Zellkerns wesentlich unterschied. Die Beschreibung dieser orangeroten Plasmakugel (Protomyxa aurantiaca) erschien zuerst in meiner „Monographie der Moneren". Die meisten Organismen, die ich dort unter diesem Namen beschrieb, zeigten ähnliche Bewegungen wie die echten Rhizopoden (oder Sarkodinen). Von einigen derselben wurde später gezeigt, daß ein Zellkern im Innern des homogenen Plasmaklümpchens verborgen sei und daß sie demnach als echte Zellen aufzufassen seien. Diese Berichtigung wurde aber bald in unzulässiger Weise auf alle Moneren ausgedehnt und die Existenz solcher kernlosen Lebensformen überhaupt geleugnet. Trotzdem existieren noch heute derartige „Organismen ohne Organe" in mehreren Formen; einige davon sind sogar sehr verbreitet. Dahin gehören vor allen die Chromaceen und die Bakterien; erstere mit vegetalem Stoffwechsel (Plasmodomen), letztere mit animalem (Plasmophagen). Auf Grund dieses wichtigen chemischen Unterschiedes trennte ich in meiner „Systematischen Phylogenie" zwei Hauptgruppen von Moneren: Phytomoneren und Zoomoneren — erstere als kernlose Protophyten, letztere als kernlose Protozoen.

Unter allen Organismen, die gegenwärtig unseren Erdball beleben, sind wohl die Chromaceen als die primitivsten und als diejenigen zu betrachten, die den ältesten lebendigen Bewohnern desselben am nächsten stehen. Ihre einfachsten Formen, die Chroococcaceen, sind nichts weiter als kleine strukturlose Plasmakugeln, die durch Plasmodomie wachsen und sich durch einfache Zweiteilung vermehren, sobald dieses Wachstum eine gewisse Schwelle der individuellen Größe überschreitet. Viele von ihnen sind von einer dünnen Membran oder einer dickeren Gallerthülle schützend umgeben, und dieser Umstand hatte mich früher davon abgehalten, die Chromaceen geradezu als Moneren aufzufassen. Jedoch habe ich mich später überzeugt, daß die Bildung einer solchen Schutzhülle um die homogene Plasmakugel allerdings

vom physiologischen Standpunkt aus als eine „zweckmäßige" Schutzeinrichtung, aber zugleich von rein physikalischem Standpunkte als eine „mechanische" Folge der Oberflächenspannung angesehen werden kann. Anderseits ist gerade der physiologische Charakter dieser plasmodomen Moneren von besonderer Wichtigkeit, da er uns den einfachen Schlüssel zur Lösung der wichtigen Frage der Urzeugung (Archigonie) liefert (vergl. Kap. 15).

Die Chromaceen leben noch heute über die ganze Erde verbreitet, teils im Süßwasser, teils im Meere. Viele Arten bilden blaugrüne, violette oder rötliche Überzüge von Felsen und Steinen, Holz und anderen Gegenständen. In diesen dünnen gallertartigen Platten liegen Millionen von kleinen gleichartigen Zytoden dicht nebeneinander. Die Farbe derselben wird durch einen eigentümlichen Farbstoff (Phycocyan) hervorgebracht, der an die Substanz des homogenen Plasmakorns chemisch gebunden ist. Der Ton dieser Farbe ist bei den zahlreichen Arten der Chromaceen (deren schon über 800 unterschieden sind) sehr verschieden; bei den einheimischen Arten meistens blaugrün oder spangrün, bisweilen selbst blau, zyanblau oder violett. Daher rührt der gebräuchliche Name Zyanophyceen (d. h. Blaualgen); er ist aus einem doppelten Grunde unzweckmäßig: erstens, weil nur ein Teil dieser Protophyten blau gefärbt ist, und zweitens, weil dieselben (als einfachste, nicht gewebebildende Urpflanzen!) von den echten Algen (Phyceae), als vielzelligen gewebebildenden Metaphyten, ganz zu trennen sind. Andere Chromaceen sind rot, orange oder gelb gefärbt, so z. B. das interessante Trichodesmium erythraeum, dessen flockige Massen, in ungeheuren Mengen angehäuft, zu gewissen Zeiten die gelbe oder rote Färbung des Meerwassers in den Tropen bedingen; sie haben die Bezeichnung des „roten Meeres" an der arabischen und des „gelben Meeres" an der chinesischen Küste veranlaßt. Als ich am 10. März 1901 den Äquator in der Sunda-Straße passierte, fuhr das Schiff meilenweit durch

kolossale Anhäufungen solcher Trichodesmiummassen; die gelbliche oder rötliche Oberfläche des Meeres sah aus, als ob sie mit Sägespänen bestreut wäre. (Aus Insulinde, 1901, S. 246.) In ähnlicher Weise wird die Oberfläche des arktischen Meeres bisweilen braun oder rotbraun gefärbt durch das monotone Plankton der braunen Procytella primordialis (früher als Protococcus marinus beschrieben).

Offenbar ist es völlig unlogisch, wenn die Chromazeen als eine Klasse oder Familie der Algen betrachtet werden, wie noch jetzt in den meisten botanischen Lehrbüchern geschieht. Die echten Algen (Phyceae) — nach Ausschluß der einzelligen Diatomeen und Paulotomeen, die zu den Protophyten gehören — sind vielzellige Pflanzen, die einen Thallus oder Lagerbau von bestimmter Form und von charakteristischem Gewebe bilden. Die Chromazeen, die noch nicht einmal den Wert einer echten, kernhaltigen Zelle besitzen, gehören als kernlose Zytoden einer viel tieferen und älteren Stufe des Pflanzenlebens an. Wenn man die Chromazeen überhaupt mit Algen oder anderen Pflanzen vergleichen will, so kann man sie nicht mit deren einzelnen Zellen in Vergleich stellen, sondern nur mit den bekannten Chromatophoren oder Chromatellen, die sich in allen grünen Pflanzenzellen finden und Teile ihres Inhalts bilden. Schärfer ausgedrückt sind diese grünen „Chlorophyllkörperchen" als Organelle der Pflanzenzelle anzusehen, als gesonderte „Plasmadiffakte", die neben dem Kern im Zytoplasma entstehen. In den embryonalen Zellen der Keimanlagen von Pflanzen und in deren Vegetationspunkten sind die Chromatophoren noch farblos und sondern sich als festere, stark lichtbrechende, kugelige oder rundliche Körner aus der festeren Plasmaschicht, die unmittelbar den Kern umgibt. Erst später verwandeln sie sich durch einen chemischen Prozeß in die grünen Chlorophyllkörner oder Chloroplasten, denen die wichtigste Aufgabe bei der Plasmodomie oder der „Kohlenstoffassimilation" der Pflanze zufällt.

Sehr interessant und wichtig ist die Tatsache, daß die grünen Chlorophyllkörner innerhalb der lebendigen Pflanzenzelle selbsttätig wachsen und sich durch Teilung vermehren; die kugeligen Chloroplasten schnüren sich in der Mitte ein und zerfallen in zwei gleich große Tochterkugeln; diese „Tochterplastiden" wachsen und vermehren sich weiter in derselben Weise. Sie verhalten sich also innerhalb der Pflanzenzelle genau so wie die frei lebenden Chromazeen im Wasser. Gestützt auf diesen bedeutungsvollen Vergleich wies einer unserer scharfsinnigsten und unbefangensten Naturforscher, Fritz Müller-Desterro in Brasilien, schon 1893 darauf hin, daß man in jeder grünen Pflanzenzelle eine Symbiose sehen könne zwischen plasmodomen grünen und plasmophagen nicht grünen Genossen.

Viele Arten der einfachsten Chromazeen leben als Monobien; nachdem die kleinen Plasmakugeln durch einfache Teilung in zwei gleiche Hälften zerfallen sind, trennen sich diese und leben isoliert weiter; so der gemeine, überall verbreitete Chroococcus. Die meisten Arten jedoch leben gesellig, indem die Plasmakörner lockere oder dichtere Coenobien bilden, sogenannte „Zellvereine oder Zellkolonien". Im einfachsten Falle (Aphanocapsa) scheiden die sozialen Zytoden eine strukturlose Gallertmasse aus, in der zahlreiche blaugrüne Plasmakügelchen regellos zerstreut sind. Bei Gloeocapsa, die einen dünnen blaugrünen Gallertüberzug über feuchten Mauern und Felsen bildet, umgeben sich die einzelnen Zytoden sofort nach der erfolgten Teilung mit neuen geschichteten Gallerthüllen, und diese fließen zu größeren Massen zusammen. Die Mehrzahl der Chromazeen jedoch bildet festere, fadenförmige Zellvereine oder Plastidenketten (Katenalzoenobien). Indem die Querteilung der lebhaft sich vermehrenden Zytoden immer in derselben Richtung erfolgt und die neu entstehenden Tochterindividuen an den Teilungsflächen vereinigt bleiben, dabei sich scheibenförmig abplatten, entstehen perlschnurähnliche Bildungen oder geglie-

derte Fäden von beträchtlicher Länge, so bei den Oszillarien und Nostochinen. Wenn viele solcher Fäden in gemeinsamen Gallertmassen vereinigt bleiben, entstehen oft ansehnliche, unregelmäßig gestaltete Gallertkörper ,so bei unserer gemeinen „Sternschnuppengallerte" (Nostoc commune); sie erreichen die Größe einer Pflaume.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, die ich den Chromazeen als ältesten und einfachsten von allen Organismen zuschreibe, ist es von Wichtigkeit, folgende allgemeine Tatsachen bezüglich ihrer anatomischen Struktur und ihrer physiologischen Arbeit hervorzuheben: 1. Der Organismus der einfachsten Chromaeen ist nicht aus verschiedenen Organellen oder Organen zusammengesetzt und zeigt weder eine Spur von zweckmäßiger Zusammenfügung noch von „Maschinenstruktur". 2. Das homogene gefärbte Plasmakorn, das im einfachsten Falle (Chroococcus) den ganzen Organismus bildet, zeigt keinerlei „Plasmastruktur" (Waben, Fäden usw.). 3. Die ursprüngliche Kugelform des Plasmakorns ist die einfachste von allen Grundformen, die auch der anorganische Körper (z. B. Regentropfen) im Zustande stabilen Gleichgewichts annimmt. 4. Die Bildung einer dünnen Membran an der Oberfläche des strukturlosen Plasmakorns läßt sich als ein rein physikalischer Prozeß auffassen, durch Oberflächenspannung bedingt. 5. Die Gallerthülle, die viele Chromazeen abscheiden, entsteht ebenfalls durch einen einfachen physikalischen (bezüglich chemischen) Vorgang. 6. Die einzige wesentliche Lebenstätigkeit, die allen Chromazeen gemeinsam zukommt, ist ihre Selbsterhaltung und ihr Wachstum vermöge ihres vegetalen Stoffwechsels, der Plasmodomie (= Kohlenstoffassimilation); dieser rein chemische Vorgang steht auf gleicher Stufe mit der Katalyse anorganischer Verbindungen (Kapitel 10). 7. Das Wachstum der Zytoden infolge fortgesetzter Plasmodomie steht auf einer Stufe mit dem physikalischen Prozeß des Kristall-Wachstums. 8. Die Fortpflanzung der Chromazeen

durch einfache Zweiteilung ist nichts weiter als die Fortsetzung dieses einfachen Wachstumsprozesses, der das individuelle Größenmaß überschreitet. 9. Alle übrigen „Lebenserscheinungen", die außerdem noch bei einem Teile der Chromazeen zu beobachten sind, erklären sich ebenfalls einfach durch physikalische, bezüglich chemische Ursachen auf mechanischem Wege; keine einzige Tatsache spricht für die Annahme „vitaler Kräfte". Besonders bemerkenswert für den physiologischen Charakter dieser niedersten Organismen sind noch ihre bionomischen Eigentümlichkeiten, vorzüglich die Indifferenz gegen äußere Einflüsse, hohe und niedere Temperaturgrade usw. Manche Chromazeen gedeihen noch in heißen Quellen, deren Temperatur 50—80° C. beträgt, und in denen kein anderer Organismus aushält. Andere Arten können lange Zeit im Eise eingefroren bleiben und nach dessen Auftauen sofort ihre unterbrochene Lebenstätigkeit wieder fortsetzen. Viele Chromazeen können vollständig austrocknen und leben nach mehreren Jahren bei Wasserzutritt wieder auf.

An die Chromazeen schließen sich unmittelbar die Bakterien an, jene merkwürdigen kleinen Organismen, die seit 30 Jahren eine so außerordentliche Bedeutung erlangt haben, seitdem sie als Ursachen der verderblichsten Krankheiten, Erreger von Gährung, Fäulnis usw. erkannt sind. Die besondere Spezialwissenschaft, die sich mit ihnen beschäftigt, die moderne Bakteriologie, hat in kurzer Zeit eine so hohe Geltung gewonnen — besonders für die praktische und theoretische Medizin —, daß sie jetzt an den meisten Universitäten durch besondere Lehrstühle vertreten wird. Bewunderungswürdig ist der Scharfsinn und die Ausdauer, durch die es gelungen ist, den Organismus der Bakterien mit Hilfe der besten modernen Mikroskope, Präparations- und Färbungsmethoden auf das Genaueste zu erforschen, ihre physiologischen Eigentümlichkeiten festzustellen, durch sorgfältige Experimente und Kulturmethoden ihre hohe Bedeutung für das organische Leben auf-

zuklären. Die bionomische oder ökologische Stellung der Bakterien im Haushalte der Natur hat dadurch neuerdings einen Wert erlangt, der diesen „kleinsten Lebensformen" mit Recht das größte wissenschaftliche und praktische Interesse sichert.

Mit diesen glänzenden Erfolgen der Bakteriologie stehen aber in seltsamem Widerspruch gewisse allgemeine Anschauungen, die sich unter den Vertretern dieser Spezialwissenschaft bis in die neueste Zeit erhalten haben. Besonders befremdend erscheinen da jedem Biologen, der die systematischen Beziehungen der Bakterien von dem modernen Standpunkte der Deszendenztheorie beurteilt, die sonderbaren Anschauungen über die Stellung der Bakterien im Pflanzenreiche (als „Spaltpilze"), ihre Beziehungen zu anderen Pflanzenklassen und ihre Speziesbildung. Wenn wir die morphologischen Eigenschaften, die allen echten Bakterien gemeinsam zukommen, unbefangen prüfen und sie mit anderen Organismen kritisch vergleichen, so können wir nur zu dem Ergebnis kommen, das ich schon seit Jahren in verschiedenen Schriften darzulegen versucht habe: die Bakterien sind keine echten (kernhaltigen) Zellen, sondern kernlose Zytoden vom Range der Moneren; sie sind keine echten (gewebebildenden) Pilze, sondern einfachste Protisten; ihre nächsten Verwandten sind die Chromazeen.

Die individuellen Organismen einfachster Art, welche die Bakteriologen als „Bakterienzellen" bezeichnen, sind keine echten, kernhaltigen Zellen. Das ist das klare, negative Ergebnis von zahlreichen, höchst sorgfältigen Untersuchungen, die bis auf die neueste Zeit darauf gerichtet waren, positiv einen Zellkern im Plasmakörper der Bakterien nachzuweisen. Besonders hervorzuheben sind unter diesen modernen exakten Untersuchungen diejenigen des Kieler Botanikers Reinke, der bei einer der größten und am leichtesten zu untersuchenden Bakteriengattungen, bei Beggiatoa, sich mit allen Hilfsmitteln vergeblich bemühte, einen Zellkern nachzuweisen. Seine Über-

zeugung von der wirklichen Abwesenheit dieses wichtigen Zellgebildes ist um so wertvoller, als dieselbe für seine Dominantentheorie sehr nachteilig ist. Andere Forscher (namentlich Schaudinn) haben neuerdings in einzelnen größeren Bakterien mehrere winzig kleine Körnchen, die im Plasma unregelmäßig zerstreut waren und sich durch gewisse Kernfärbungsmittel intensiv färbten, als Äquivalente des Zellkerns angesprochen. Aber wenn auch wirklich die chemische Identität dieser sich gleichartig färbenden Substanzen nachgewiesen wäre (— was nicht sicher der Fall ist —) und wenn selbst das Auftreten von zerstreuten Nukleinkörnchen im Plasma als Vorbereitung oder Anfang zur Differenzierung eines individuellen, morphologisch gesonderten Zellkerns betrachtet werden könnte, so ist damit noch nicht dessen Selbständigkeit als Zellorganell erwiesen.

Ebensowenig wird diese dadurch dargetan, daß in einigen Bakterien (nicht in allen!) sich eine Sonderung des Plasma in eine innere und äußere Schicht, oder eine „Schaumstruktur" mit Vakuolenbildung, oder eine besondere, abgrenzbare Membran an der Plastide nachweisen läßt. Viele Bakterien (— aber nicht alle! —) teilen den Besitz einer solchen Membran mit den nächstverwandten Chromazeen, ebenso wie die Abscheidung einer Gallerthülle. Beide Klassen haben ferner gemeinsam die ausschließlich monogene Fortpflanzung; die Bakterien vermehren sich gleich den Chromazeen ausschließlich durch einfache Teilung; sobald das strukturlose Plasmakorn durch einfaches Wachstum eine gewisse Größe erreicht hat, schnürt es sich ein und zerfällt in zwei gleiche Hälften. Bei den langgestreckten Bakterien (— den stäbchenförmigen Bazillen —) geht die Einschnürung stets durch die Mitte der Längsachse, ist also einfache Querteilung. Bei vielen Bakterien wird außerdem Fortpflanzung durch Sporenbildung beschrieben; diese sogenannten „Sporen" sind aber eigentlich nur Paulosen oder ruhende Dauerzustände (— ohne Vermehrung der Individuen! —); der Zen-

tralteil der Plastide (Endoplasma) verdichtet sich, sondert sich von dem peripheren Teil (Exoplasma) und geht eine chemische Veränderung ein, die ihn gegen äußere Einflüsse (z.B. hohe Temperaturen) sehr widerstandsfähig macht.

Die große Mehrzahl der Bakterien ist von den Chromazeen in morphologischer Beziehung so wenig verschieden, daß man beide Monerenklassen nur durch den Gegensatz ihres Stoffwechsels überhaupt unterscheiden kann. Die Chromazeen, als Protophyten, sind Plasmodomen; sie bilden neues Plasma durch Synthese und Reduktion aus einfachen anorganischen Verbindungen: Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, Salpetersäure. Die Bakterien hingegen, als Protozoen, sind Plasmophagen; sie können (meistens!) kein neues Plasma bilden, sondern müssen dasselbe (als Parasiten, Saprophyten usw.) von anderen Organismen aufnehmen; sie zersetzen das Plasma durch Analyse und Oxydation. Daher fehlt auch den farblosen Bakterien der wichtige grüne, blaue oder rote Farbstoff (Phyzozyan), der die Plastide der Chromazeen färbt und als der eigentliche Träger der Karbonassimilation gilt. Indessen gibt es auch in dieser Beziehung Ausnahmen: Bacillus virens ist durch Chlorophyll grün gefärbt, Micrococcus prodigiosus („Wunderblut") blutrot, die Purpurbakterien purpurrot usw. Gewisse, im Erdboden lebende Bakterien (Nitrobakterien) besitzen sogar das vegetale Vermögen der Plasmodomie; sie verwandeln durch Oxydation das Ammoniak in salpetrige Säure, diese in Salpetersäure, und benutzen als Kohlenstoffquelle die Kohlensäure der Atmosphäre; sie sind also ganz unabhängig von organischen Substanzen und ernähren sich gleich den Chromazeen bloß von einfachen anorganischen Verbindungen.

Die Verwandtschaft zwischen den plasmodomen Chromazeen und den plasmophagen Bakterien ist demnach so innig, daß man eigentlich kein einziges sicheres Differentialmerkmal angeben kann, das beide Klassen durchgreifend unterscheidet. Viele Botaniker

vereinigen daher beide Gruppen in einer einzigen Klasse unter dem Namen „Spaltpflanzen“ (Schizophyta) und trennen innerhalb derselben als „Ordnungen“ die blaugrünen Chromazeen als „Spaltalgen“ (Schizophyceae) von den farblosen Bakterien als „Spaltpilzen“ (Schizomycetes). Indessen ist diese Scheidung nicht scharf durchzuführen, und der absolute Mangel des Zellkerns und der Gewebebildung trennt die Chromazeen eben so weit von den vielzelligen und gewebebildenden Algen, wie die Bakterien von den Pilzen. Die einfache Vermehrung durch Halbierung der Zelle, die durch die Bezeichnung „Spaltpflanzen“ ausgedrückt wird, findet sich ebenso bei zahlreichen anderen Protisten wieder.

Die Zahl der Formen, die man als Arten oder Spezies in systematischem Sinne unterscheidet, ist trotz der großen Einfachheit der äußeren Gestalt bei den Bakterien sehr groß; manche Bakteriologen unterscheiden bereits mehrere hundert, einige schon über tausend Arten. Wenn man jedoch die äußere Gestalt des lebendigen Plasmakorns allein ins Auge faßt, lassen sich eigentlich nur drei Grundformen unterscheiden: 1. Mikrokokken oder Sphärobakterien (kurz: Kokken), kugelig oder ellipsoid; 2. Bazillen oder Rhabdobakterien (auch Eubakterien oder Bakterien im engeren Sinne), stäbchenförmig, zylindrisch; oder 3. Spirillen oder Spirobakterien, wurstförmig gekrümmte („Kommabazillen“), schraubenförmig gewundene Stäbchen (mit schwacher Schraubendrehung: Vibrionen; mit vielen dichten Schraubengängen: Spirochaeten). Außer dieser dreifachen Verschiedenheit der Zytodenform dienen ferner zur Unterscheidung vieler Bazillen oder Spirillen eine oder mehrere sehr dünne Geißeln (Flagella), die von einem oder von beiden Polen der langgestreckten Plastide ausgehen; ihre Kontraktionen und Schwingungen dienen zur Ortsbewegung der schwimmenden Bakterien; sie treten jedoch bei vielen Arten nur zeitweise auf und fehlen vielen anderen Arten vollständig.

Da mithin weder die einfache äußere Form der Bakterienzytode noch ihre homogene innere Struktur genügende Anhaltspunkte zur systematischen Unterscheidung der zahlreichen Spezies liefert, sind dazu meistens in erster Linie ihre physiologischen Eigentümlichkeiten benutzt worden, insbesondere das verschiedene Verhalten gegen organische Nahrungsmittel (Eiweiß und Zucker), ihre chemischen Wirkungen, die besonderen Giftwirkungen und Zersetzungen, die sie im lebendigen Organismus hervorrufen. Kein Bakteriologe zweifelt gegenwärtig mehr daran, daß alle diese Lebenstätigkeiten der Bakterien rein chemischer Natur sind, und gerade in dieser Beziehung sind diese Mikroben von hervorragender allgemeiner Bedeutung. Wenn man bedenkt, wie verwickelt die besonderen Beziehungen der einzelnen Bakterienarten zu den verschiedenen Geweben des menschlichen Körpers sind, in denen sie die speziellen Krankheitsformen des Typhus und Milzbrandes, der Cholera und Tuberkulose hervorrufen, so muß man notgedrungen annehmen, daß die wahre Ursache derselben in einer eigenartigen Molekularstruktur des Bakterienplasma zu suchen ist, in der besonderen Anordnung seiner Moleküle und der zahlreichen (mehr als tausend) Atome, die zu besonderen Molekülgruppen in sehr labiler Weise zusammengesetzt sind. Die chemischen Produkte ihrer merkwürdigen Umsetzungen sind die sogenannten Ptomaine, zum Teil äußerst heftige Gifte (Toxine). Es ist gelungen, mehrere von diesen Giftstoffen durch künstliche Kultur der Bakterien in größerer Menge darzustellen, rein abzuscheiden und experimentell ihre Natur zu ergründen, so z. B. das Tetanin, das den Starrkrampf erzeugt, das Typhotoxin, das den Typhus hervorruft usw.

Indem wir so die rein chemische, jetzt allgemein anerkannte und anorganischen Vergiftungen ganz analoge Wirkung der Bakterien feststellen, wollen wir noch besonders betonen, daß diese vollberechtigte Annahme eine reine Hypothese ist; — ein glän-

zendes Beispiel dafür, daß wir ohne Hypothesen in der Erklärung der wichtigsten Naturerscheinungen nicht weiter kommen. Zu sehen ist von der chemischen Molekularstruktur des Plasma, auch bei Anwendung der stärksten Vergrößerungen, gar nichts; diese liegt weit jenseits der Grenzen der mikroskopischen Wahrnehmungen. Dennoch zweifelt kein Sachkundiger daran, daß sie vorhanden ist, und daß die verwickelten Bewegungen der empfindlichen Atome und der von ihnen zusammengesetzten Moleküle und Molekülgruppen die Ursachen der gewaltigen Umwälzungen sind, die diese kleinsten Organismen in den Geweben des Menschen, wie aller höheren Organismen, hervorrufen.

Auch für die allgemeine Frage vom Begriff und von der Konstanz der Spezies ist die Unterscheidung der zahlreichen Bakterienarten von Interesse. Während sonst in der biologischen Systematik allein bestimmte morphologische Charaktere, definierbare Unterschiede in der äußeren Körperform oder in der inneren Struktur, als maßgebend für die Speziesunterscheidung angesehen werden, müssen hier, bei der unzureichenden Bestimmtheit oder beim Mangel derselben, überwiegend die physiologischen Eigenschaften dazu verwendet werden, und diese sind in den chemischen Differenzen ihrer hypothetischen Molekularstruktur begründet. Aber auch diese sind nicht absolut konstant; vielmehr verlieren viele Bakterien durch fortgesetzte Züchtung unter veränderten Ernährungsverhältnissen ihre spezifischen Eigenschaften. Durch Veränderung der Temperatur und des Nährbodens, auf dem viele giftige Bakterien gezüchtet werden, oder durch Einwirkung gewisser Chemikalien wird nicht allein ihr Wachstum und ihre Vermehrung abgeändert, sondern auch die schädliche Wirkung, die sie durch Erzeugung von Toxinen auf andere Organismen ausüben. Diese Giftwirkung wird verstärkt oder abgeschwächt — und diese Abschwächung kann sich durch Vererbung auf die folgenden Generationen übertragen. Hierauf beruht der

merkwürdige Prozeß der Impfung oder Immunisierung: ein ausgezeichnetes Beispiel für die „Vererbung erworbener Eigenschaften".

Da die Bakterien auch heute noch vielfach als „Spaltpilze" (Schizomycetes) aufgefaßt und im System zur Klasse der echten Pilze gestellt werden, wollen wir noch besonders auf die weite Kluft hinweisen, die beide Gruppen voneinander trennt. Die echten Pilze (Mycetes oder Fungi) sind Metaphyten, deren vielzelliger Körper (Thallus) ein sehr charakteristisches Gewebe bildet, das Myzelium; dieses ist aus vielfach verzweigten und verflochtenen Fäden (Hyphen) zusammengesetzt. Jeder Pilzfaden besteht aus einer Reihe von langgestreckten Zellen, die eine dünne Chitinmembran besitzen und in farblosem Plasma zahlreiche kleine Zellkerne einschließen. Ferner bilden die beiden Unterklassen der echten Pilze, die Askomyzeten und Basimyzeten, eigentümliche Fruchtkörper, die Sporen erzeugen (Askodien und Basidien). Von allen diesen Merkmalen der echten Pilze ist bei den Bakterien nichts zu finden. Ebenso wenig können sie mit den Fungillen vereinigt werden, den sogenannten „Einzelligen Pilzen" oder Phykomyzeten (Ovomyzeten und Zygomyzeten); diese bilden eine besondere Klasse der Protisten, die den Gregarinen nächst verwandt ist.

Gleich den nächstverwandten Chromazeen zeigen auch viele Bakterien große Neigung zur Bildung geselliger Verbände oder „Zellkolonien". Diese „Zellvereine" entstehen hier wie dort dadurch, daß die Individuen, die durch fortgesetzte Teilung sich sehr rasch vermehren, vereinigt bleiben, und zwar auf zwei verschiedene Weisen. Wenn die sozialen Bakterien reichliche Mengen von Gallerte ausscheiden und in dieser zerstreut liegen bleiben, entsteht die sogenannte Zoogloea (wie bei Aphanocapsa und Gloeocapsa unter den Chromazeen). Wenn hingegen die langgestreckten Bazillen in Reihen vereinigt bleiben, entstehen die gegliederten Fäden von Leptothrix und Beggiatoa (vergleichbar den Oszillarien).

Wenn endlich diese Fäden sich verzweigen, entsteht Cladothrix. Andere Zoenobien von Bakterien erscheinen als Scheiben, indem die Zytoden sich in einer Ebene, gewöhnlich zu je vier gruppiert, fortgesetzt teilen (wie bei Merismopedia), oder als würfelförmige Pakete, wenn sie nach allen drei Richtungen des Raumes geordnet sind (Sarcina).

Die beiden Klassen der Bakterien und Chromazeen erscheinen wegen ihrer einfachen Organisation nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnis jedenfalls als die einfachsten von allen Lebewesen, als wirkliche Moneren, Organismen ohne Organe. Wir müssen sie daher auf die tiefste Stufe unsers Protistenreiches stellen und schätzen den Unterschied zwischen ihnen und den höchst differenzierten einzelligen Wesen (— z. B. Radiolarien, Wimperinfusorien, Diatomeen, Siphoneen —) nicht geringer, als im Reiche der Histonen den Unterschied zwischen einem niederen Polypen (Hydra) und einem Wirbeltier, oder zwischen einer einfachen Alge (Ulva) und einer Palme. Wenn man jedoch das Protistenreich in üblicher Weise teilen und nach althergebrachter Norm seine beiden Hälften auf „Tierreich und Pflanzenreich" verteilen will, dann bleibt als einziges Scheidungsmerkmal der entgegengesetzte Stoffwechsel übrig; dann müssen wir die Bakterien als Plasmophagen dem Tierreiche anschließen (— wie schon Ehrenberg 1838 tat —) und die Chromazeen als Plasmodomen dem Pflanzenreiche. Die merkwürdige Klasse der Flagellaten, in der geißeltragende Einzellige beider Gruppen vereinigt werden, enthält mehrere Formen, die sich von typischen Bakterien nur durch den Besitz eines Zellkerns unterscheiden. Wenn neuerdings bei einzelnen, zu den Bakterien gerechneten Protisten wirklich ein echter Zellkern nachgewiesen worden sein sollte, so sind diese von den übrigen (kernlosen) zu trennen und den kernhaltigen Flagellaten anzuschließen.

Diejenigen Moneren, die ich als solche zuerst 1866 beschrieben und auf die ich die „Theorie der Mo-

neren" in meiner Monographie derselben (1868) gegründet hatte, gehören einer anderen Abteilung der Protisten an, als die beiden Klassen der Bakterien und Chromazeen. Es sind dies die Formen, die ich als Protamoeba, Protogenes, Protomyxa usw. beschrieben habe; ihre nackten beweglichen Plasmakörper senden Pseudopodien oder veränderliche Scheinfüßchen von der Oberfläche aus, gleich den echten (kernhaltigen) Rhizopoden (= Sarkodinen); sie unterscheiden sich aber von diesen sehr wesentlich durch den Mangel des Zellkerns. Ich habe später vorgeschlagen, diese „kernlosen Rhizopoden" von den übrigen zu trennen und die amoebaähnlichen, mit Lappenfüßchen versehenen als Lobomoneren (Protamoeba) zu bezeichnen, dagegen die gromiaähnlichen, Wurzelfüßchen bildenden als Rhizomoneren (Protomyxa, Pontomyxa, Biomyxa, Arachnula usw.). Nun sind aber neuerdings in einzelnen dieser größeren Moneren wirkliche Zellkerne nachgewiesen und damit ihre echte Zellennatur dargetan worden; dieser Nachweis wurde ermöglicht durch Anwendung der vervollkommneten modernen Methoden der Kernfärbung, die mir dreißig Jahre früher, bei meinen ersten bezüglichen Beobachtungen, nicht zu Gebote standen. Gestützt auf diese neueren Beobachtungen haben nun viele Forscher behauptet, daß wohl alle von mir beschriebenen Moneren eigentlich echte Zellen seien und einen Zellkern besitzen müßten. Diese unbegründete Behauptung ist dann von den Gegnern der Entwicklungslehre reichlich ausgenutzt worden, um die wirkliche Existenz von Moneren überhaupt zu leugnen.

Von der Monerengattung Protamoeba existieren noch heute mehrere, mindestens zwei oder drei Arten, die sich durch die Form ihrer Lappenbildung und die Art ihrer Bewegung unterscheiden lassen. Sie gleichen gewöhnlichen einfachen Amoeben und unterscheiden sich von ihnen wesentlich nur durch den Mangel des Zellkerns. Die Protamoeba primitiva scheint ziemlich verbreitet zu sein; sie ist wiederholt

von mehreren zuverlässigen Beobachtern (Gruber, Cienkowski, Leidy u. a.) in verschiedenen Binnengewässern aufgefunden worden. In dem Zoologischen Praktikum, das ich an der Universität Jena seit vierzig Jahren in jedem Semester abgehalten habe, und in dem regelmäßig unsere niederen Süßwasserbewohner zur mikroskopischen Untersuchung kommen, ist die Protamoeba primitiva etwa fünf oder sechs Mal gelegentlich gefunden worden; sie zeigte stets dieselbe, früher beschriebene Beschaffenheit, bewegte sich durch langsame Lappenbildung an der Oberfläche, vermehrte sich einfach durch Zweiteilung und ließ auch bei sorgfältigster Anwendung der modernen Kernfärbungsmittel keine Spur eines Zellkerns in ihrem homogenen Plasmaleibe erkennen. Eine große Anzahl äußerst kleiner Körnchen (Mikrosomen), die im Plasma regellos zerstreut waren und sich mehr oder minder durch Kernreagentien zu färben schienen, können ebenso wenig, wie in anderen ähnlichen Fällen, als Äquivalente des Zellkerns sicher gedeutet werden; sie sind wahrscheinlich Produkte des Stoffwechsels. Das gilt auch für die größere marine Rhizomonerenform, die neuerdings A. Gruber als Pelomyxa pallida beschrieben hat.

Die große marine Rhizomonerenform, die Huxley 1868 unter dem Namen Bathybius Haeckelii beschrieben hatte, und über deren wahre Natur sehr verschiedene Ansichten aufgestellt wurden, scheint nach neueren Untersuchungen die ihr zugeschriebene Bedeutung nicht zu besitzen. Für unsere Monerentheorie und die daran geknüpfte Hypothese der Archigonie (Kapitel 15) ist die viel besprochene Bathybiusfrage gleichgültig geworden, seitdem wir durch die tiefere Erkenntnis der Chromazeen und Bakterien das richtige Verständnis dieser viel wichtigeren Monerenformen gewonnen haben.

Bei einigen der von mir in der „Monographie der Moneren" beschriebenen Protisten bleibt es vor der Hand zweifelhaft, ob ihr Plasmakörper einen Zellkern einschließt oder nicht — ob sie demnach als

echte Zellen oder als Zytoden aufzufassen sind. Das gilt namentlich für solche Formen, die nur einmal gelegentlich zur Beobachtung gekommen sind, wie Protomyxa und Myxastrum. In diesen unsicheren Fällen würden erst erneute Untersuchungen, mit Anwendung der modernen Kernfärbungsmittel, volle Klarheit schaffen können. Übrigens will ich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß diese vielgerühmten „Kernfärbungsmethoden" keineswegs die absolute Sicherheit besitzen, die ihnen vielfach zugeschrieben wird; denn es gibt auch andere Substanzen, die sich ähnlich wie Chromatin färben. Für unsere „Monerentheorie", — für die große allgemeine Bedeutung, die wir diesen kernlosen lebenden Plasmakörpern zuschreiben, ist es gleichgültig, ob bei jenen „problematischen Moneren" ein Zellkern nachgewiesen wird oder nicht. Denn die Chromazeen allein — als die wichtigsten von allen Moneren! — genügen vollkommen, um die weitreichenden theoretischen Betrachtungen, die wir daran knüpfen, vollauf befriedigend zu begründen.

Am Schlusse unserer Betrachtungen über die Moneren angelangt, wollen wir nochmals die wichtigen Folgerungen kurz zusammenfassen, die sich aus ihrer einfachen Organisation ergeben; dieselben dienen zur festen Grundlage von wichtigen Lehrsätzen unserer monistischen Biologie; sie sind unvereinbar mit den dualistischen Anschauungen, welche der moderne Vitalismus ihr entgegenhält. Wir betonen in erster Linie, daß der strukturlose Plasmakörper der einfachen Moneren noch keinerlei „Organisation" besitzt, keine Zusammensetzung aus ungleichartigen Körperteilen, die zu einem bestimmten Lebenszweck zusammenwirken. Die intelligenten „Dominanten" von Reinke — aber auch die mechanischen „Determinanten" von Weismann — finden hier überhaupt nichts zu tun! Die ganze Lebenstätigkeit der einfachsten Moneren — vor allen der Chromazeen! — beschränkt sich auf ihren Stoffwechsel, ist also ein rein chemischer Vorgang, vergleichbar der Katalyse

lebloser Verbindungen. Die einfache Bildung von „Individuen" in dieser primitiven „lebendigen Substanz" beschränkt sich auf die Sonderung von Plasmakugeln bestimmter Größe (Chroococcus); und ihre primitive Vermehrung (durch einfache Selbstteilung) ist nichts weiter, als fortgesetztes Wachstum (analog dem der Kristalle). Wenn dieses einfache Wachstum ein gewisses, durch die chemische Konstitution beschränktes Maß überschreitet, führt es zur selbständigen Gestaltung der überschüssigen Wachstumsprodukte.

Zehntes Kapitel

ERNÄHRUNG

Stoffwechsel und Energiestrom (Metabolismus). Assimilation und Dissimilation. Plasmodomen und Plasmophagen. Metasitismus. Parasitismus.

Das Lebenswunder, das wir im weitesten Umfange des Begriffes „Ernährung" nennen, bewirkt als Hauptzweck die Selbsterhaltung des organischen Individuums. Diese ist allgemein mit einer chemischen Umbildung der lebendigen Substanz verknüpft, einem organischen „Stoffwechsel" und einem entsprechenden „Kraftwechsel". Bei diesem chemischen Prozesse wird Plasma verbraucht, neu gebildet und wieder umgesetzt. Der Substanzwechsel (Metabolismus), der diesem trophischen Chemismus zugrunde liegt, ist das Wesentlichste bei den vielgestaltigen Prozessen der Ernährung. Ein großer Teil der einzelnen Ernährungsvorgänge erklärt sich ohne weiteres aus den bekannten physikalischen und chemischen Eigenschaften anorganischer Naturkörper; bei einem anderen Teile ist diese Zurückführung bisher noch nicht gelungen. Indessen nehmen alle unbefangenen Physiologen gegenwärtig übereinstimmend an, daß dieselbe im Prinzip möglich und daß die Annahme einer besonderen Lebenskraft dafür überflüssig ist; alle trophischen Prozesse ohne Ausnahme sind dem Substanzgesetz unterworfen.

Bei allen höheren Pflanzen und Tieren ist der chemische Prozeß des Stoffwechsels und des damit verknüpften Energiestroms eine höchst zusammenge-

setzte Lebenstätigkeit, bei der viele verschiedene Funktionen und Organe zu dem gemeinsamen Zwecke der Selbsterhaltung zusammenwirken. Man ordnet dieselbe gewöhnlich in vier Hauptgruppen, nämlich 1. Nahrungsaufnahme und Verdauung (Digestion), 2. Verteilung der Nährstoffe im Körper oder Kreislauf (Zirkulation), 3. Atmung oder Gaswechsel (Respiration), 4. Abschneidung unbrauchbarer Stoffe (Exkretion). Bei den meisten Histonen, sowohl Gewebpflanzen als Gewebtieren, sind viele verschiedene Organe zur Ausführung dieser Arbeiten differenziert. Auf den niederen Stufen fehlt diese Arbeitsteilung noch, und der gesamte Ernährungsprozeß wird durch eine einfache Zellenschicht ausgeführt (niedere Algen, Gastraeaden, Spongien, niedere Polypen). Bei den Protisten ist es wieder die einzelne Zelle, die alle diese Arbeiten allein besorgt; im einfachsten Falle, bei den Moneren, eine homogene Plasmakugel. Da eine lange Stufenleiter diese einfachsten Formen der Ernährung mit jenen komplizierten Formen verbindet, dürfen wir auch die letzteren, ebenso wie die ersteren, als physiko-chemische Vorgänge auffassen.

Wenn man die gesamten Vorgänge des Stoffwechsels der Organismen im Zusammenhang überschaut, kann man sie als Ergebnis von zwei entgegengesetzten chemischen Prozessen auffassen; einerseits Aufbau lebendiger Substanz durch Aneignung von Nährstoffen (Assimilation), anderseits Zerfall derselben infolge ihrer Lebenstätigkeit (Dissimilation). Da in allen Fällen das Plasma die aktive „lebendige Substanz" darstellt, so kann man auch sagen: die Assimilation (oder „Plasmaerzeugung") besteht darin, daß die von außen aufgenommene Nahrung innerhalb des Organismus in das besondere Plasma der betreffenden Spezies verwandelt wird; die Dissimilation (der „Plasmazerfall") ist die Folge der vom Plasma geleisteten Arbeit, die mit teilweiser Zersetzung und Auflösung desselben verknüpft ist. In beiden Beziehungen besteht ein auffälliger Gegen-

satz zwischen den beiden großen Reichen der organischen Natur. Das Pflanzenreich besorgt im Großen und Ganzen überwiegend die Assimilation, indem es aus anorganischen Substanzen durch Synthese und Reduktion neues Plasma bildet. Im Tierreiche hingegen überwiegt die Dissimilation, indem das aufgenommene Plasma durch Oxydation zersetzt und die dabei durch Analyse gewonnene aktuelle Energie in Wärme und Bewegung umgesetzt wird. Die Pflanzen sind Plasmodomen, die Tiere Plasmophagen.

Unter allen chemischen Prozessen ist für die Entstehung und den Bestand des organischen Lebens der wichtigste, weil unentbehrlichste, die beständige Neubildung von Plasma; wir bezeichnen dieselbe als Plasmodomie (— von Domeo = Bauen —) oder als „Karbonassimilation" = Kohlenstoffassimilation. Die Botaniker haben sich neuerdings daran gewöhnt, diese kurzweg Assimilation zu nennen, und dadurch viele Mißverständnisse veranlaßt. Denn der weitere und viel ältere Begriff der Assimilation bedeutet in der tierischen Physiologie ursprünglich im weitesten Sinne die Aneignung und Verarbeitung der von außen aufgenommenen Nahrung. Die Kohlenstoffassimilation der Pflanzen — unsere Plasmodomie — ist aber nur die erste und ursprüngliche Art der Plasmabildung; sie beruht darauf, daß die Pflanze imstande ist, aus einfachen, anorganischen Verbindungen (aus Wasser, Kohlensäure, Salpetersäure und Ammoniak) unter dem Einflusse des Sonnenlichts durch Synthese und Reduktion Kohlenhydrate und aus diesen neues Plasma zu bilden. Das Tier versteht diese Kunst nicht; es muß das Plasma mit der Nahrung aus anderen Organismen aufnehmen, die Pflanzenfresser direkt, die Fleischfresser indirekt. Wir bezeichnen dieses animale „Plasmafressen" als „Plasmophagie". Indem das Tier das gefressene fremde Plasma verarbeitet und in seine eigene, spezifisch bestimmte Plasmaart umsetzt, übt es ebenfalls Assimilation; aber diese animale Albuminassimilation

ist total verschieden von jener vegetalen Karbonassimilation. Das neu gebildete tierische Plasma wird dann durch Oxydation zersetzt und durch diese Analyse die aktuelle Energie für die animalen Bewegungen gewonnen.

Der physiologische Gegensatz, der so zwischen den beiden Hauptarten der „lebendigen Substanz" besteht, zwischen dem synthetischen Plasma der Pflanzen und dem analytischen Plasma der Tiere, ist von größter Bedeutung für den dauernden Bestand der ganzen organischen Welt; er beruht auf einer Umkehr der Molekularbewegung im Plasma, die uns in ihrem eigentlichen Wesen noch ebenso unbekannt ist, wie die chemische Konstitution der Albumine überhaupt und diejenige des „lebendigen Albumin", des Plasma im besonderen. Wie wir im 5. Kapitel erwähnt haben, nimmt die moderne physiologische Chemie mit gutem Grund an, daß das unsichtbare Albuminmolekül verhältnismäßig riesengroß und aus mehr als tausend Atomen zusammengesetzt ist. Diese befinden sich in so labilem Gleichgewicht, in so verwickelter und unbeständiger Lagerung, daß der kleinste Anstoß oder Reiz genügt, dieselbe zu verändern und eine neue Plasmaart zu bilden. Tatsächlich ist ja auch die Zahl der Plasmaarten unendlich groß und unendlich variabel; das beweist allein schon die ontogenetische Tatsache, daß Eizelle und Spermazelle einer jeden Art (und einer jeden Varietät!) seine spezifische chemische Konstitution besitzt; bei der Fortpflanzung wird diese durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen. Wenn wir aber von diesen unzähligen feineren Modifikationen absehen, können wir im allgemeinen alle Plasmaarten auf diese zwei Hauptgruppen verteilen: das Phytoplasma der Pflanzen, mit dem synthetischen Vermögen der Plasmodomie, und das Zooplasma der Tiere, das diese chemische Kunst nicht kennt und daher auf Plasmophagie angewiesen ist.

Der merkwürdige synthetische Prozeß des Plasmaaufbaues, den wir als Plasmodomie oder „Karbon-

assimilation" bezeichnen, erfordert für gewöhnlich als erste Bedingung die „strahlende Energie" des Sonnenlichtes. Jede grüne Pflanzenzelle enthält in ihren Chlorophyllkörnern die kleinen Laboratorien, deren grünes Plasma unter dem Einflusse des Lichtes aus einfachen anorganischen Verbindungen neues Plasma zu bilden imstande ist. Das dazu nötige Wasser nebst den stickstoffhaltigen Verbindungen (Salpetersäure, Ammoniak) wird durch die Wurzel aus dem Boden zugeleitet; die Kohlensäure aber wird durch die grünen Blätter aus der atmosphärischen Luft aufgenommen. Das nächste Produkt der Synthese, durch Spaltung der Kohlensäure entstanden, ist gewöhnlich das stickstoffreie Stärkemehl (Amylum); dieses wird weiterhin durch einen noch unbekannten synthetischen Prozeß, unter Benutzung von stickstoffhaltigen Mineralverbindungen, zur Komposition des stickstoffhaltigen Albumin benutzt. Bei diesem Reduktionsprozeß wird der abgespaltene freie Sauerstoff nach außen abgegeben. Die Kohlenhydrate, die dabei vorzugsweise mitwirken, sind Glukosen und Maltosen; die mineralischen Substanzen besonders Kalisalze und Magnesiasalze, Verbindungen von Kalium und Magnesia mit Salpetersäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure. Auch Eisen wird dabei als ein sehr wichtiger Bestandteil, wenn auch nur in geringster Quantität, mit aufgenommen. In der Regel vermag nur das eisenhaltige Chlorophyll mit Hilfe von Lichtschwingungen des Äthers neues Plasma zu bilden. Der wirksame Teil des Spektrums sind dabei die roten, orangen und gelben Strahlen.

Die Hauptquelle der Plasmabildung ist für die organische Welt die Photosynthese, die gewöhnliche Karbonassimilation durch das Chlorophyll, jenen wunderbaren grünen Farbstoff, der nur einen sehr geringen Gewichtsteil (etwa $^1/_{10}$ Prozent) vom Chlorophyllkorn ausmacht und durch verschiedene Lösungsmittel aus seiner plasmatischen Grundsubstanz entfernt werden kann. Auch wenn die Pflanze eine andere als grüne Farbe besitzt, ist doch das Chloro-

phyll die eigentliche plasmodome Substanz; ihre grüne Farbe wird dann nur durch eine andere Farbe verdeckt: Diatomin bei den gelben Diatomeen, Phykorhodin bei den roten Rhodophyzeen, Phykophaein bei den braunen Phaeophyzeen, Phykokyan bei den blaugrünen Chromazeen oder Zyanophyzeen. Diese letzteren sind für uns besonders wichtig, weil hier im einfachsten Fall (Chroococcus) der ganze Organismus weiter nichts ist als ein kugeliges, blaugrün gefärbtes Plasmakorn. Aber auch bei den einfachsten Formen der kernhaltigen Urpflanzen (Algariae) — vielen sogenannten „einzelligen Algen" — wird der Stoffwechsel noch durch ein einziges Chlorophyllkorn besorgt. Gewöhnlich ist eine große Anzahl derselben im Plasma der Pflanzenzellen vorhanden.

Ganz abweichend von der gewöhnlichen Art der Plasmodomie durch Chlorophyll und Sonnenlicht verhält sich eine andere Art der Plasmasynthese, die erst neuerdings (durch Heraeus, Winogradsky u. a.) bei einigen Organismen niedersten Ranges entdeckt worden ist. Die sogenannten Stickstoffbakterien (Nitrobakterien oder Nitromonaden) sind kleine Moneren (kernlose Urzellen!), die ganz im Dunkeln, unter der Erde, leben. Ihre kugeligen, farblosen Plasmakörper enthalten weder Chlorophyll noch Zellkern; sie besitzen das merkwürdige Vermögen, aus rein anorganischen Verbindungen: Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und Salpetersäure, durch eine eigentümliche Synthese Kohlenhydrate und aus diesen Plasma herzustellen; dabei wird durch Oxydation aus Ammoniak salpetrige Säure und aus dieser Salpetersäure gebildet. Pfeffer hat diese Karbonassimilation, da sie auf rein chemischem Wege geschieht, als Chemosynthese bezeichnet, im Gegensatze zu der gewöhnlichen Photosynthese mittels des Sonnenlichts. Übrigens zeichnen sich auch andere Bakterien (die Schwefelbakterien, Purpurbakterien u. a.) durch sehr abweichende Eigentümlichkeiten des Stoffwechsels aus. Die Nitrobakterien dürften zu den ältesten Mo-

neren gehören und einen Übergang von den vegetalen Chromaceen zu den animalen Bakterien herstellen.

Ähnlich einem Teile der Bakterien verhält sich in bezug auf den Stoffwechsel auch die formenreiche Klasse der Pilze (Fungi oder Mycetes). Diese Organismen werden zwar allgemein als Pflanzen betrachtet, sie besitzen aber nicht die Fähigkeit der grünen, chlorophyllführenden Pflanzen, ihren Kohlenstoffbedarf aus der Kohlensäure der atmosphärischen Luft zu beziehen; vielmehr müssen sie denselben gleich den Tieren aus organischen Substanzen: Eiweiß, Kohlenhydraten usw. aufnehmen. Während jedoch die Tiere ihren Stickstoffbedarf aus letzteren entnehmen müssen, können die Pilze denselben auch aus den anorganischen Verbindungen des Bodens beziehen. Pilze können sich zwar nicht ohne Zufuhr organischer Verbindungen erhalten; man kann sie aber wohl in einer Nährstofflösung wachsen lassen, die neben Zucker bloß anorganische stickstoffhaltige Salze enthält. Sie stehen also auf der Grenze zwischen den plasmodomen Pflanzen und den plasmophagen Tieren. Gleich letzteren sind die Pilze ursprünglich aus ersteren durch veränderte Ernährungsweise entstanden. Schon unter den einzelligen Protisten zeigen diesen Vorgang die Phykomyzeten, die von Siphoneen abstammen. Ebenso sind die echten vielzelligen Pilze (Askomyzeten und Basimyzeten) von gewebebildenden Algen abzuleiten.

Alle echten Tiere müssen ihre Nahrung aus dem Pflanzenreiche beziehen, die Pflanzenfresser direkt, die Fleischfresser indirekt, indem sie Pflanzenfresser verzehren. Die Tiere sind mithin in gewissem Sinne, wie schon vor hundert Jahren die ältere Naturphilosophie sich ausdrückte: „Parasiten des Pflanzenreichs". Mit Bezug auf die Stammesgeschichte ist also unzweifelhaft das Tierreich viel jünger als das Pflanzenreich. Die Entstehung des ersteren aus dem letzteren beruht somit ursprünglich nur auf jenem veränderten Modus der Ernährung, den wir Metasitismus genannt haben.

Die chemische Verwandlung der lebendigen Substanz, die mit dem Verluste der Plasmodomie verbunden ist — oder mit anderen Worten: die Umbildung des reduzierenden Phytoplasma in oxydierendes Zooplasma —, muß demnach als einer der wichtigsten Vorgänge der organischen Erdgeschichte betrachtet werden. Diese wirkliche „Umkehr des Stoffwechsels" ist polyphyletisch; sie hat sich im Laufe der Phylogenese oftmals wiederholt und ist in sehr verschiedenen Gruppen der organischen Welt unabhängig voneinander zustande gekommen — und zwar jedesmal dann, wenn eine plasmodome Zelle oder Zellengruppe (= Gewebe) Gelegenheit fand, vorhandenes Plasma unmittelbar in sich aufzunehmen und zu assimilieren, statt sich die Mühe zu nehmen, dasselbe aus anorganischen Verbindungen aufzubauen. Unter den einzelligen Protisten sehen wir das besonders deutlich an den selbständigen Geißelzellen. Die jüngeren plasmophagen Flagellaten, die farblos sind und kein Chlorophyll führen (Monadinen, Konoflagellaten), gleichen in Form und Bewegung noch ganz den älteren plasmodomen und chlorophyllführenden Mastigoten, von denen sie abstammen (Volvozinen, Peridinien); nur die Ernährungsweise ist verschieden. Die farblosen Flagellaten fressen geformtes Plasma, das sie entweder mit Hilfe ihrer Geißel oder durch einen besonderen Zellenmund in ihren Zellenleib einführen. Ihre Ahnen hingegen, die grünen oder gelben Mastigoten, bilden neues Plasma durch Photosynthese wie echte Pflanzen. Es gibt aber auch vollkommene Übergangsformen zwischen beiden Gruppen, z. B. die Chrysomonaden und die Gymnodinien; diese können abwechselnd sich bald wie Protozoen, bald wie Protophyten verhalten. Ebenso können wir auch die Phykomyzeten durch Metasitismus von Siphoneen ableiten, die Pilze von Algen; endlich wiederholt sich derselbe Vorgang bei zahlreichen höheren Schmarotzerpflanzen (Orchideen, Orobanchen usw.). (Siehe unten: Parasitismus.)

Wie für alle anderen Lebenstätigkeiten, so bildet

auch für die Funktion des Stoffwechsels den ersten Ausgangspunkt die niederste und einfachste Gruppe der Protophyten, die Chromaceen. Bei ihren ältesten und einfachsten Formen, den Chroococcaceen, ist der ganze Leib weiter nichts als ein blaugrünes, strukturloses, kugeliges Plasmakörnchen, das vermöge seiner plasmodomen Fähigkeit wächst, und nachdem es durch Wachstum ein gewisses Größenmaß erreicht hat, sich teilt. Das „Lebenswunder" beschränkt sich hier tatsächlich auf den chemischen Prozeß der Plasmodomie durch Photosynthese; das Sonnenlicht befähigt das blaugrüne Phytoplasma dazu, aus anorganischen Verbindungen: Wasser, Kohlensäure, Ammoniak, Salpetersäure, neues Plasma derselben Art aufzubauen; wir können diesen Prozeß als eine besondere Form der Katalyse auffassen. Dagegen bleibt für die Dominanten, die „intelligenten und zwecktätigen Lebenskräfte" von Reinke, hier absolut nichts zu tun. Da an diesen „Organismen ohne Organe" physiologisch noch keine verschiedenen Funktionen differenziert sind, ebensowenig als anatomisch verschiedene Körperteile, so ist ihre einzige Lebenstätigkeit, das Wachstum, sehr wohl mit dem einfachen Wachstum der anorganischen Kristalle zu vergleichen.

Wiederholt wurde schon darauf hingewiesen, daß die merkwürdigen Moneren, die als Bakterien gegenwärtig eine so große biologische Rolle spielen, in mehrfacher Beziehung außerhalb der gewöhnlichen Lebenserscheinungen höherer Organismen sich stellen. Ganz besonders gilt dies für ihren Stoffwechsel, der höchst auffallende und verschiedene Eigentümlichkeiten zeigt. Morphologisch sind viele Bakterien nicht von den nächstverwandten Chromaceen, ihren direkten Vorfahren, zu trennen und nur durch den Mangel des Farbstoffes im Plasma verschieden; viele sind einfache kugelige, ellipsoide, stäbchenförmige Plasmakörnchen ohne sichtbare Organisation und Bewegung. Andere bewegen sich mittelst einer oder mehrerer äußerst feiner Geißeln (gleich Flagellaten). Ein echter Zellkern ist in dem strukturlosen Plasma-

körper nicht nachzuweisen. Feinste Körnchen, die sich in einigen Arten finden, Vakuolenbildung in anderen Arten, können als Produkte des Stoffwechsels betrachtet werden, ebenso die dünne Umhüllungshaut oder die dickere Gallerthülle, die viele Bakterien ausscheiden. Um so merkwürdiger ist die Verschiedenheit ihrer chemischen Konstitution und des davon abhängigen Stoffwechsels: die vorher erwähnten Nitrobakterien sind plasmodom; die anaeroben Bakterien (der Buttersäure, des Tetanus) gedeihen nur bei Abschluß von Sauerstoff; die Schwefelbakterien (Beggiatoa) scheiden reinen regulinischen Schwefel in Form runder Körner aus (durch Oxydation von Schwefelwasserstoff). Die „rostbildenden" Eisenbakterien (Leptothrix ochrocea) speichern Eisenoxydhydrat auf (durch Oxydation von kohlensaurem Eisenoxydul). Die saprogenen Bakterien erzeugen Fäulnis, die zymogene Gärung. Endlich sind von größtem Interesse die pathogenen Bakterien, die durch Abscheidung von besonderen Giften (Toxinen) die gefährlichsten Krankheiten hervorrufen: Eiterung, Milzbrand, Tetanus, Diphterie, Typhus, Tuberkulose, Cholera usw. Wegen ihrer außerordentlichen praktischen Bedeutung sind bekanntlich diese zahlreichen Bakterien neuerdings Gegenstand eines besonderen Spezialzweiges der Biologie geworden, der Bakteriologie. Aber nur wenige von den zahlreichen Naturforschern, die sich damit eingehend beschäftigen, haben auf die hohe theoretische Bedeutung hingewiesen, welche diese Zoomoneren für viele wichtige Fragen der allgemeinen Biologie besitzen. Vor allen lehren diese strukturlosen Plasmakörper unzweideutig, daß ihre Lebenstätigkeit ein rein chemisches Phänomen ist; ihre große Mannigfaltigkeit zeigt, wie verschieden schon in diesen einfachsten Organismen die komplizierte Molekularkonstitution des Plasma sein muß.

Während die einzelligen Urpflanzen schon dieselbe Form des Stoffwechsels und der Plasmodomie zeigen wie die gewöhnlichen grünen Zellen der Gewebpflan-

zen, treffen wir dagegen bei den meisten Urtieren eigentümliche Verhältnisse der Ernährung und der Plasmophagie an. Die große Klasse der Wurzelfüßer (Rhizopoda) zeichnet sich dadurch aus, daß ihr nackter Plasmakörper an seiner ganzen Oberfläche geformte feste Nahrung aufnehmen kann. Dagegen besitzen die meisten Infusorien bereits eine bestimmte Mundöffnung in der Außenwand ihres einzelligen Körpers, bisweilen auch ein Schlundrohr. Neben diesem Zellenmund (Cytostoma) findet sich gewöhnlich noch eine zweite Öffnung zur Abgabe unverdaulicher Stoffe, ein Zellenafter (Cytopyge).

Der Stoffwechsel der Gewebpflanzen bietet eine lange Stufenleiter von sehr einfachen bis zu sehr verwickelten Einrichtungen. Die niedersten und ältesten Thallophyten, namentlich die einfachsten Algen, stehen noch ganz nahe den Zönobien der Protophyten, und sind gleich diesen eigentlich weiter nichts als bestimmt geformte Zellvereine. Die sozialen Zellen, die das primitivste Gewebe bilden, sind noch ganz gleichartig, ohne weitere Differenzierung als die sexuelle. Der Thallus oder Lagerbau besteht im einfachsten Falle aus einfachen oder verzweigten feinen Fäden, zusammengesetzt aus Reihen oder Ketten gleichartiger Zellen (so Conferva unter den grünen, Ectocarpus unter den braunen, Callithamnion unter den roten Algen). Andere Tange, z. B. Ulva, bilden dünne blattähnliche Thallusformen, indem viele gleichartige Zellen in einer Fläche nebeneinander liegen. Bei den größeren Algen bilden sich schon kompakte Gewebskörper, in denen oft festere Zellreihen Anfänge von Leitbündeln herstellen; auch gliedert sich hier schon der Thallus ähnlich wie bei den Kormophyten in Wurzel, Stengel und Blätter. Dann tritt auch bereits eine trophische Differenzierung ein, indem die Leitbündel besondere Funktionen der Ernährung (Saftleitung) übernehmen. Dasselbe gilt auch von den Moosen (Bryophyta); ihre niedersten Formen (Ricciadinae) schließen sich noch eng an die Algen an; die höchstentwickelten Moose (z. B. Mnium,

Polytrichum) nähern sich bereits den Kormophyten. Viele Botaniker fassen diese niederen Pflanzen: Algen, Pilze und Moose, unter dem Begriffe Zellenpflanzen (Cytophyta) zusammen, und stellen ihnen die höheren, Farne und Blumenpflanzen, als Gefäßpflanzen (Angiophyta) gegenüber, weil sie entwickelte Leitbündel oder Gefäße besitzen. Dieser Gegensatz hat eine ähnliche phylogenetische Bedeutung wie im Tierreiche die Einteilung in Niedertiere (Coelenteria) und Obertiere (Coelomaria).

Während die Mehrzahl der Zellenpflanzen entweder das Wasser bewohnt (Algen) oder wegen saprophytischer und parasitischer Lebensweise sehr einfach organisiert ist (Pilze), sind dagegen die Gefäßpflanzen größtenteils Landbewohner und haben sich an viel verwickeltere Lebensbedingungen anpassen müssen. Demzufolge ist ihre Ernährung auf verschiedene Funktionen verteilt und sind dafür besondere Organe entwickelt. Das gilt ebensowohl für die kryptogamen Farne (Pteridophyta) wie für die phanerogamen Blumenpflanzen (Anthophyta). Die wichtigste neuere Erwerbung, durch welche sich beide von den niederen Zellenpflanzen unterscheiden, ist der Besitz von Gefäßbündeln oder Leitbündeln. Diese Organe der Wasserleitung durchziehen den ganzen Körper der Gefäßpflanzen in Form von langen Röhren, die durch Verschmelzung von Zellenreihen entstanden sind; die Zellen selbst sind abgestorben, ihr Plasmainhalt verschwunden. Der Wasserstrom, der in diesen Röhren beständig aufsteigt, wird durch die Wurzel aufgenommen, durch die Gefäße in alle Teile geleitet und durch die Spaltöffnungen der Blätter abgegeben (Transpirationsstrom). Außerdem dienen aber die Spaltöffnungen auch für die Atmung der Pflanzen, indem sie mit den lufthaltigen Interzellargängen (oder Interzellularräumen) in Verbindung stehen; aus diesen lufthaltigen Hohlräumen, die zur Durchlüftung des höheren Pflanzenkörpers dienen, kann atmosphärische Luft und Wasserdampf austreten, aber auch bei der Atmung Sauerstoff aufgenom-

men werden. Endlich besitzen viele Gefäßpflanzen noch besondere Drüsen, die zur Abscheidung von Sekreten (Öl, Harz usw.) dienen. Bei den höheren Blumenpflanzen entsteht so durch Arbeitsteilung der verschiedenen Ernährungsorgane ein sehr komplizierter Nutritionsapparat. Unter den vielen merkwürdigen Einrichtungen, die sich hier durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen entwickelt haben, stehen obenan die Organe zum Fange und zur Verdauung von Insekten bei den fleischfressenden Blumenpflanzen, den einheimischen Drosera und Utricularia, den tropischen Nepenthes und Dionaea.

Die lange Stufenleiter von Entwicklungsformen, die uns bei den Gewebtieren entgegentritt, führt uns in ununterbrochenem Zusammenhange von sehr einfachen zu höchst zusammengesetzten physiologischen Funktionen und diesen entsprechenden morphologischen Organbildungen hinauf. Die beiden Hauptabteilungen der Metazoen unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, daß bei den Niedertieren (Coelenteria) ein einziges Organsystem, das Gastrokanalsystem, alle Teilfunktionen der Ernährung ganz allein oder doch größtenteils besorgt; bei den Obertieren (Coelomaria) sind diese dagegen meistens auf vier verschiedene Organsysteme verteilt, und jedes derselben ist aus einer Anzahl von Organen zusammengesetzt. Zum Teil haben sich hier wieder in jeder größeren Abteilung charakteristische Typen der Organisation entwickelt. Dennoch lehrt uns die vergleichende Ontogenie, daß alle diese mannigfaltigen Einrichtungen sich aus einer und derselben einfachen Grundform entwickelt haben, wie ich in meiner „Gasträatheorie“ gezeigt habe.

Die älteren Untersuchungen über die Entstehung des Ernährungsapparates der Metazoen — und besonders seines wichtigsten Teiles, des Darmkanals — hatten zu der irrtümlichen Auffassung geführt, daß derselbe in mehreren Gruppen der Gewebtiere sehr verschiedenen Wachtstumsverhältnissen seine Entstehung verdanke und daß er namentlich bei den

höheren Wirbeltieren (Amnioten) ein verhältnismäßig spätes Entwicklungsprodukt darstelle. Im Gegensatze dazu führten mich vergleichende Studien über die Keimesgeschichte niederer und höherer Tiere zu der Überzeugung, daß umgekehrt ein einfaches Darmsäckchen das erste und älteste Organ aller Metazoen sei und daß alle verschiedenen Formen derselben aus dieser gemeinsamen Urform sich entwickelt haben. Ich habe diese Ansicht schon 1872 in meiner Biologie der Kalkschwämme ausgesprochen (Bd. I, S. 46); weiter ausgeführt und begründet habe ich sie dann in meinen „Studien zur Gasträatheorie" (1873); dort habe ich auch die wichtigen Folgeschlüsse entwickelt, die sich aus dieser einheitlichen Reform der Keimblätterlehre für die phylogenetische natürliche Klassifikation des Tierreichs ergeben. Ich ging dabei aus von der Betrachtung der einfachsten Schwämme (Olynthus) und Nesseltiere (Hydra). Der ganze Körper dieser niedersten und ältesten Gewebtiere ist im wesentlichen weiter nichts als ein kugeliges, länglichrundes oder zylindrisches Magenbläschen, ein verdauendes Säckchen, dessen dünne Wand aus zwei einfachen Zellenschichten besteht. Die äußere Zellenschicht (Ektoderm oder Hautblatt) ist die Deckschicht der äußeren Oberhaut (Epidermis); sie vermittelt die Empfindung und Bewegung. Die innere Zellenschicht hingegen (Entoderm oder Darmblatt) dient zur Ernährung; sie kleidet die einfache Höhle des Säckchens aus, das die Nahrung durch ihre Öffnung aufnimmt und verdaut. Diese Öffnung ist der Urmund (Prostoma oder Blastoporus), die innere Höhle selbst der Urdarm (Progaster oder Archenteron). Dieselbe Zusammensetzung wies ich nun bei den jugendlichen Keimen und Larven vieler niederen Tiere nach und zeigte, daß auch die mannigfaltigen und scheinbar sehr verschiedenen Keimformen aller höheren Tiere auf dieselbe gemeinsame Urform zurückzuführen sind. Diese letztere nannte ich Becherkeim oder Darmlarve (Gastrula) und schloß nach dem biogenetischen Grundgesetze, daß sie die palingeneti-

sche, durch Vererbung bis heute erhaltene Wiederholung einer entsprechenden Ahnenform (Gastraea) sei. Erst später (1895) wurde von Monticelli eine moderne Gasträade (Pemmatodiscus) entdeckt, die vollkommen jener hypothetischen Ahnenform gleicht. Die heute noch lebenden einfachsten Formen der Schwämme (Olynthus) und der Nesseltiere (Hydra) unterscheiden sich von der hypothetischen Urform der Gasträa durch einige sekundäre, später erworbene Merkmale.

Die Klassen der niederen Tiere, die wir als Coelenterien (— oder als Coelenteraten im weiteren Sinne! —) zusammenfassen, stimmen darin überein, daß die gesamten Tätigkeiten der Ernährung ausschließlich — oder doch größtenteils — durch ein einziges Organsystem vollzogen werden, das Gastrokanalsystem oder Gastrovaskularsystem. Aus der gemeinsamen Stammgruppe derselben, den Gasträaden, haben sich drei verschiedene Stämme entwickelt: die Schwammtiere (Spongiae), die Nesseltiere (Cnidaria) und die Plattentiere (Platodes). Gemeinsam sind allen diesen Coelenterien drei wichtige Merkmale: I. Das Darmrohr hat nur eine einzige Öffnung, den Urmund, der zugleich zum Aufnehmen der Nahrung und zum Abgeben der unverdaulichen Stoffe dient; ein After fehlt noch. II. Eine besondere, vom Darmrohr geschiedene Leibeshöhle (Coeloma) fehlt noch. III. Ebenso fehlt ein Blutgefäßsystem noch vollständig. Alle Hohlräume, die im Körper dieser Niedertiere neben der verdauenden Darmhöhle noch vorkommen, sind direkte Ausläufer oder Fortsetzungen derselben (— nur die Nephridien der Platoden ausgenommen —).

Während bei der Stammgruppe der Gasträaden der einfache verdauende Urdarm für sich allein die Ernährung besorgt, treten bei den übrigen Coelenterien noch andere Einrichtungen hinzu. Der eigentümliche Stamm der Spongien (Schwämme oder Schwammtiere) zeichnet sich dadurch aus, daß die Wand der Magenbläschen von vielen kleinen Löchern durchbrochen wird. Durch diese strömt Wasser in den

Körper ein und bringt die kleinen Nahrungsteilchen mit, die von den Geißelzellen des Entoderms aufgenommen und verdaut werden; durch die Mundöffnung (Osculum) tritt das Wasser wieder aus. Das bekannteste Beispiel der Spongien ist der gewöhnliche Badeschwamm (Euspongia officinalis), dessen gereinigtes Hornskelett wir täglich zum Waschen benutzen. Bei diesem, wie bei den meisten Schwämmen, ist der massige, unregelmäßig gestaltete Körper von vielen verästelten Kanälen durchzogen, an denen Tausende kleiner Bläschen ansitzen, durch Multiplikation aus dem einfachen Darmbläschen des Urschwammes (Olynthus) entstanden. Jede von diesen kleinen „Geißelkammern" ist eigentlich eine kleine Gasträa, eine „Person" einfachster Art; man kann daher den ganzen Spongienkörper als einen Gasträadenstock (Cormus) auffassen.

Der formenreiche Stamm der Nesseltiere bietet eine lange Reihe von Entwicklungsstufen, von sehr kleinen und einfachen bis zu sehr großen und zusammengesetzten Formen. Wenige bleiben auf einer so niederen Stufe stehen, wie unser gemeiner grüner Süßwasserpolyp (Hydra viridis), der sich von der Gasträa nur durch einige Gewebsdifferenzierungen unterscheidet, sowie durch Bildung eines Fühlerkranzes um den Mund. Die meisten Polypen bilden Stöcke (Cormi), indem die einfache Person Knospen treibt und diese mit dem Muttertier vereinigt bleiben. Bei diesen, wie bei allen stockbildenden Tieren, ist die Ernährung kommunistisch; alle Nahrung, die die einzelnen Personen aufnehmen und verdauen, wird durch Röhren in die gemeinsame Stockmasse geleitet und gleichmäßig verteilt. Bei allen größeren Nesseltieren verdickt sich die Leibeswand und wird von verästelten Gastrokanälen durchzogen; sie führen die ernährende Flüssigkeit nach allen Körperteilen hin.

Während die Grundform der Person bei den Nesseltieren strahlig bleibt (bedingt durch den Kranz radialer Fangarme oder Fühler, die den Mund umgeben), wird dieselbe zweiseitig-symmetrisch oder

bilateral bei den Plattentieren oder „Plattwürmern" (Platodes, Plathelminthes). Auch in diesem Tierstamm stehen die niedersten Formen, die Platodarien (auch Kryptocoelen oder Acoelen genannt) noch sehr nahe der Gasträa. Die meisten Platoden aber zeichnen sich vor den übrigen Coelenterien durch Bildung von ein Paar Nephridien (Nierenkanälen oder Wassergefäßen) aus, dünnen Röhren, die als Exkretionsorgane die unbrauchbaren Produkte des Stoffwechsels, den Harn, aus dem Körper zu entfernen haben. Damit tritt ein zweites Ernährungsorgan zu dem ersten, dem Darmrohr, hinzu. Dieses selbst bleibt bei den niederen Platoden noch sehr einfach; meistens entwickelt sich durch Einstülpung des Mundes ein Schlundrohr (Pharynx), wie bei den Korallen; und wie bei diesen wachsen auch bei den größeren Strudelwürmern (Turbellaria) und Saugwürmern (Trematodes) aus dem Magen verästelte Kanäle hervor, die den Nahrungssaft aus dem Magen in die entfernteren Körperteile hinleiten. Dagegen wird der Darm ganz rückgebildet bei den Bandwürmern (Cestodes); da diese Schmarotzer im Darm oder in anderen Körperteilen von Wohntieren sich aufhalten, können sie ihren Nahrungssaft unmittelbar aus deren Säften durch die Hautoberfläche aufnehmen.

Von den einfach gebauten Niedertieren (Coelenterien) unterscheiden sich die höher organisierten Obertiere (Coelomarien) in erster Linie durch viel größere Zusammensetzung in Bau und Tätigkeit ihres Ernährungsapparates. Gewöhnlich sind dessen Funktionen hier auf vier Organgruppen verteilt, die bei den Coelenterien noch nicht gesondert sind, nämlich: I. Verdauungsorgane (Darmsystem); II. Kreislaufsorgane (Blutgefäßsystem), III. Atmungsorgane (Respirationssystem) und IV. Ausscheidungsorgane (Nierensystem). Ferner besitzt der Darmkanal bei den Coelomarien gewöhnlich zwei Öffnungen: Mund und After. Endlich findet sich bei den Obertieren allgemein eine besondere Leibeshöhle (Coeloma); diese ist vom Darmkanal, der in ihr aufgehängt ist, ganz getrennt und

dient zur Produktion der Geschlechtszellen; sie entsteht im Keime dadurch, daß ein paar Säcke (Coelomtaschen) in der Nähe des Urmundes sich vom Darm ausstülpen und abschnüren; beide Taschen berühren sich und fließen durch Auflösung ihrer Scheidewand zusammen; wenn ein Teil der Scheidewand erhalten bleibt, dient sie dazu, um als Gekröse (Mesenterium) den Darm an der Leibeswand zu befestigen. Sehr einfach verhalten sich die vier Gruppen der Ernährungsorgane noch bei den niedersten und ältesten Coelomarien, den Wurmtieren (Vermalia); bei den übrigen höheren Tierstämmen hingegen, die wir von diesen ableiten, zeigen sie vielfach verschiedene und oft komplizierte Verhältnisse.

Bei der großen Mehrzahl der Obertiere bildet das Darmsystem einen stark differenzierten Apparat, der in ähnlicher Weise, wie beim Menschen, aus vielen verschiedenen Organen zusammengesetzt ist. Die Nahrung wird meistens durch den Mund aufgenommen und durch die Kiefer oder Zähne zerkleinert, durch Speichel eingeweicht, den die Speicheldrüsen der Mundhöhle liefern. Aus dieser letzteren tritt der Speisebrei beim Verschlucken in den Schlund, der oft drüsige Anhänge besitzt, und von da durch die enge Speiseröhre in den Magen. Dieser wichtigste Teil des Verdauungsapparates ist oft in mehrere Abteilungen geschieden, von denen die eine (Kaumagen) mit Zähnen bewaffnet und zur weiteren Zerkleinerung fester Bissen geeignet ist, die andere hingegen (Drüsenmagen) den lösenden Magensaft liefert. Nunmehr tritt der dünnflüssige Speisebrei (Chylus) in den Dünndarm (Ileum), der zu dessen Aufsaugung dient und gewöhnlich den längsten Abschnitt des Darmrohrs darstellt. In den Dünndarm münden vielfach verschiedene Verdauungsdrüsen ein; die wichtigste von ihnen ist die Leber. Oft ist der Dünndarm scharf abgesetzt von dem Dickdarm (Colon), dem letzten Hauptabschnitt des Darmrohrs; auch in diesen münden mannigfache Drüsen und Blinddärme ein; sein Endteil wird als Mastdarm (Rectum) unterschieden

und entfernt die unverdaulichen Bestandteile der Nahrung (Kot oder Fäkalien) durch die Afteröffnung.

Dieser allgemeine „Bauplan" des Verdauungssystems, der den meisten Coelomarien in den Grundzügen gemeinsam ist, wird in den einzelnen Gruppen derselben auf das Mannigfaltigste modifiziert und den verschiedenen Ernährungsbedingungen angepaßt. Die einfachsten Verhältnisse zeigen viele Wurmtiere (Vermalia); ihre niedersten Formen, die Rädertierchen, und besonders die Gastrotrichen schließen sich noch eng an ihre Platodenahnen an, die Turbellarien. Die höheren typischen Tierstämme, die wir von jenen ableiten, sind zum Teil durch besondere Einrichtungen ausgezeichnet. So besitzen die Weichtiere (Mollusca) einen sehr charakteristischen Kauapparat; auf ihrer Zunge liegt eine harte, mit vielen Zähnen bewaffnete Reibeplatte (Radula), die gegen einen harten Oberkiefer gerieben wird und so die feste Nahrung zerkleinert. Bei den meisten Gliedertieren (Articulata) wird diese Arbeit durch seitliche Kiefer besorgt, die aus harten Chitinstäben bestehen und umgewandelte Beine darstellen. Die Wirbeltiere (Vertebrata) und die nächstverwandten Manteltiere (Tunicata) zeichnen sich dadurch aus, daß der erste Abschnitt des Darmrohrs (Kopfdarm) in einen charakteristischen Atmungsapparat (Kieme) verwandelt ist. Die Ausbildung der einzelnen Abschnitte des Darmkanals ist aber auch innerhalb der kleineren Gruppen der Coelomarien (Ordnungen und Familien) oft sehr verschieden, da sie in hohem Maße von der Beschaffenheit der Nahrung und den Bedingungen ihrer Aufnahme und Verarbeitung abhängt. Den meisten Aufwand an mechanischer und chemischer Arbeit erfordert voluminöse feste Pflanzennahrung; daher ist der Darmkanal mit seinen zahlreichen Anhängen am längsten und kompliziertesten bei den pflanzenfressenden Schnecken, blattfressenden Insekten und grasfressenden Wiederkäuern. Umgekehrt ist derselbe am kürzesten und einfachsten bei parasitischen Coelomarien, die ihre flüssige Nahrung fer-

tig zubereitet aus dem Darminhalt des Wohntieres erhalten, in dem sie leben; hier kann der Darm zuletzt wieder ganz rückgebildet werden; so bei den Kratzwürmern (Acanthocephala) unter den Vermalien), bei den Wunderschnecken (Entoconcha) unter den Mollusken, bei den Sackkrebsen (Sacculina) unter den Krustazeen.

Je größer der Körperumfang und je mehr zusammengesetzt die Organisation der höheren Tiere wird, desto mehr wird eine geordnete und regelmäßige Verteilung der ernährenden Flüssigkeit an alle einzelnen Körperteile erforderlich. Während bei den Coelenterien diese Aufgabe durch die Darmgefäße oder Gastrokanäle erfüllt wird (Kanäle, die als Seitenzweige vom Darm abgehen und mit dessen Höhle in Verbindung stehen), wird dieselbe in vollkommenerer Weise bei den Coelomarien durch die Blutgefäße ausgeführt (Vasa sanguifera). Diese Kanäle kommunizieren nicht direkt mit dem Darmkanal, sondern entstehen unabhängig von demselben im umgebenden Parenchym des Mesoderms; sie nehmen die filtrierte und chemisch verbesserte Nahrungsflüssigkeit auf, die durch die Darmwände durchschwitzt (transsudiert) und führen dieselbe als Blut in alle Körperteile. Meistens enthält dieses Blut Millionen von Zellen, die für den Stoffwechsel von großer Bedeutung sind. Die Blutzellen der niederen Coelomarien sind meistens farblos (Leukozyten), die der Wirbeltiere meistens rot gefärbt (Rhodozyten).

Zur Fortbewegung der Blutflüssigkeit dient bei den meisten Coelomarien ein Herz, ein kontraktiler Schlauch, der sich mittelst seiner muskulösen Wand regelmäßig zusammenzieht und pulsiert und aus der lokalen Verdickung eines Hauptgefäßes entstanden ist. Ursprünglich sind zwei solche Hauptgefäße in der Darmwand entwickelt, ein dorsales in der oberen, ein ventrales in der unteren Wand (so bei vielen Vermalien). Aus dem dorsalen oder Rückengefäß entwickelt sich das Herz bei den Weichtieren und Gliedertieren, dagegen aus dem ventralen oder Bauchge-

fäß bei den Manteltieren und Wirbeltieren. Als Arterien oder Schlagadern werden diejenigen Gefäße bezeichnet, die das Blut vom Herzen wegführen; als Venen oder Blutadern diejenigen, die dasselbe aus dem Körper zum Herzen zurückführen. Die feinsten Äste der beiderlei Gefäße, die sie in direkte Verbindung setzen, heißen Haargefäße, Kapillaren; sie vermitteln durch Osmose unmittelbar den Stoffaustausch in den Geweben. In die innigste Wechselbeziehung oder Korrelation treten die Blutgefäße zu den Atmungsorganen.

Der Gaswechsel des Organismus, den man als Atmung oder Respiration bezeichnet — die Zufuhr von Sauerstoff und Abfuhr von Kohlensäure — erfordert bei den Niedertieren noch keine besonderen Organe; sie wird hier durch Epithelzellen besorgt, die die Oberfläche des Körpers bekleiden, das Ektoderm der äußeren Hautdecke, das Entoderm der inneren Darmdecke. Da fast alle diese Coelenterien im Wasser leben oder (als Parasiten) in Flüssigkeiten, die Luft gelöst enthalten, und da diese beständig in das Innere aufgenommen und wieder abgegeben werden, so wird damit zugleich der Gaswechsel besorgt. Bei den Obertieren dagegen ist dies nur selten der Fall, nur bei sehr kleinen und einfach gebauten Formen (Rädertierchen und andere Vermalien, kleinste Formen der Weichtiere und Gliedertiere). Die Mehrzahl dieser Coelomarien erreicht eine bedeutende Körpergröße und erfordert daher besondere Organe, die in beschränktem Raum eine größere Oberfläche für den Gaswechsel darbieten und als lokalisierte Respirations-Organe eine sehr beträchtliche chemische Arbeit leisten. Je nach dem umgebenden Medium zerfallen dieselben in zwei Gruppen: Kiemen zur Wasseratmung und Lungen zur Luftatmung; letztere nehmen den Sauerstoff unmittelbar aus der Atmosphäre auf, erstere aus dem Wasser, in dem atmosphärische Luft gelöst ist.

Die Werkzeuge der Wasseratmung, die man als Kiemen (Branchiae) bezeichnet, sind im allgemeinen

verdünnte Teile oder Fortsätze der äußeren Haut oder der inneren Darmhaut; danach unterscheidet man als zwei Hauptformen äußere und innere Kiemen. Beide werden reichlich mit Blutgefäßen versorgt, die das Blut aus dem Körper behufs des Gaswechsels zuführen. Hautkiemen oder äußere Kiemen sind vorzugsweise bei Wirbellosen entwickelt, in Form von Fäden, Kämmen, Blättern, Pinseln, Federbüschen, die als lokale Fortsätze der äußeren Haut vom Ektoderm überzogen werden und eine große Oberfläche für den Gasaustausch zwischen Körper und Wasser darbieten. Bei den Weichtieren sind meistens ein Paar solcher kammförmiger Kiemen in der Nähe des Herzens gelagert; bei den Gliedertieren zahlreiche Paare, an den einzelnen Segmenten wiederholt. Darmkiemen oder innere Kiemen sind den Wirbeltieren und den nächstverwandten Manteltieren eigentümlich, sowie einer kleinen Gruppe von Vermalien, den Enteropneusten. Hier ist der Vorderdarm oder Kopfdarm in einen Kiemenkorb verwandelt, dessen Wand von Kiemenspalten durchbrochen wird; durch die äußeren Öffnungen dieser Spalten tritt das Atemwasser wieder aus, das durch den Mund aufgenommen wurde. Bei den niederen, wasserbewohnenden Wirbeltieren (Akraniern, Zyklostomen und Fischen) sind die Kiemen die einzigen Atmungsorgane; bei den höheren, luftbewohnenden treten sie außer Dienst, und an ihre Stelle treten die Lungen. Trotzdem bleiben durch zähe Vererbung 3—5 Paar Kiemenspalten beim Embryo allgemein in der Anlage bis zum Menschen hinauf erhalten, obgleich sie ihre Funktion längst verloren haben — eine der interessantesten palingenetischen Tatsachen, die die Abstammung der Amnioten (— mit Inbegriff des Menschen —) von Fischen beweisen.

Durch eigentümliche Verhältnisse der Atmung ist der Stamm der meerbewohnenden Sterntiere (Echinoderma) ausgezeichnet; sie besitzen im Körper eine ausgedehnte Wasserleitung, die durch besondere Öffnungen (Hautporen oder Madreporiten) das See-

wasser aufnimmt und abgibt. Die zahlreichen Äste dieser Wassergefäße oder Ambulakralgefäße füllen namentlich die kleinen Fühler oder Füßchen mit Wasser, die zu Tausenden aus der Haut hervortreten; sie dienen gleichzeitig zur Ortsbewegung, zum Fühlen und Atmen. Außerdem besitzen aber viele Sterntiere noch besondere Kiemen: die Seesterne kleine fingerförmige Hautkiemen auf dem Rücken, die Seeigel besondere blattförmige Ambulakralkiemen, die Seegurken innere Darmkiemen (baumförmig verästelte innere Ausstülpungen des Enddarms).

Die Organe der Luftatmung werden im allgemeinen als Lungen bezeichnet; gleich den Werkzeugen der Wasseratmung werden auch sie bald von der äußeren, bald von der inneren Körperdecke geliefert. Hautlungen oder äußere Lungen besitzen verschiedene Gruppen von Wirbellosen; unter den Mollusken haben die landbewohnenden Lungenschnecken durch Arbeitswechsel der Kiemenhöhle einen Lungensack erworben; unter den Gliedertieren zeichnen sich die Lungenspinnen und die Skorpione durch den Besitz von zwei oder mehreren „Tracheenlungen" aus, d. h. Hautsäcke, in denen viele Tracheenblätter fächerförmig eingeschlossen sind. Bei den übrigen luftatmenden Gliedertieren (Tracheaten) finden sich an deren Stelle einfache oder verzweigte, oft büschelförmig angeordnete Luftröhren (Tracheae), die sich im ganzen Körper ausbreiten und die Luft den Geweben direkt zuführen. Sie nehmen die Luft von außen durch besondere Luftlöcher der Hautdecke auf: Stigmata oder Spiracula. Die Tausendfüße und Insekten besitzen meist zahlreiche Luftlöcher, die Spinnen nur ein oder zwei, seltener vier Paar. Wenn diese Luftrohrtiere sich wieder dem Wasserleben sekundär anpassen (wie es bei vielen Insektenlarven verschiedener Ordnungen geschieht), so schließen sich die äußeren Luftlöcher, und es bilden sich neue, fadenförmige oder blattförmige „Tracheenkiemen", welche die Luft aus dem umgebenden Wasser os-

motisch abscheiden. Die ältesten und niedersten Tracheaten sind die Urluftrohrtiere oder Protracheaten, die den Übergang von den älteren Anneliden zu den Myriapoden vermitteln, die Peripatiden; sie haben zahlreiche Büschel von kurzen Luftröhren in der ganzen Haut verteilt und beweisen klar, daß dieselben durch Arbeitswechsel aus einfachen Hautdrüsen entstanden sind.

Darmlungen oder innere Lungen besitzen nur die höheren Wirbeltiere, die man als Vierfüßer (Tetrapoda oder Quadrupeda) zusammenfaßt, die Amphibien und Amnioten, sowie deren fischartige Vorfahren, die Dipneusten. Diese „inneren Lungen" sind sackförmige Ausstülpungen des Vorderdarms, ursprünglich durch Arbeitswechsel aus der Schwimmblase der Fische entstanden. Diese luftgefüllte Blase, ein sackförmiger Anhang des Schlundes, dient bei den Fischen nur als hydrostatisches Organ, durch Veränderung des spezifischen Gewichts; wenn der Fisch untersinken will, drückt er die Schwimmblase zusammen und wird schwerer; durch Ausdehnung derselben steigt er wieder in die Höhe. Indem die Blutgefäße in der Wand der Schwimmblase sich dem Gaswechsel anpaßten, entstand die Lunge. Bei den ältesten, noch lebenden Lungenfischen (Ceratodus) ist sie noch ein einfacher Sack (= Einlunger, Monopneumones); bei den übrigen spaltet sich die einfache Schlundausstülpung frühzeitig in ein Paar Säcke (= Zweilunger, Dipneumones). Indem deren Stiel sich lang auszieht und mit Knorpelringen umgibt, entsteht die Luftröhre (Trachea, nicht zu verwechseln mit den gleichnamigen Organen der Tracheata!). Am vorderen Ende der Luftröhre sondert sich schon bei den Amphibien der Kehlkopf (Larynx), das wichtige Organ der Stimme und der Sprache.

Die Abscheidung der unbrauchbaren Stoffe ist für den Organismus nicht minder wichtig, als die Atmung; wie durch die letztere die giftige Kohlensäure, so werden durch erstere flüssige und feste

Exkrete entfernt, die man im allgemeinen als Harn (Urina) bezeichnet; teils sind dieselben sauer (Harnsäure, Hippursäure usw.), teils alkalisch (Harnstoff, Guanin usw.). Bei den meisten Coelenterien sind besondere Organe für deren Abscheidung überflüssig, da der beständige, den ganzen Körper durchziehende Wasserstrom dieselbe mit besorgt (ebenso wie die Atmung). Aber schon bei den Plattentieren entwikkeln sich als wichtige Exkretionsorgane die Nephridien, ein Paar einfache oder verzweigte laterale Kanäle, die beiderseits des Darms liegen und nach außen münden. Diese „Urnierenkanäle" vererben sich von den Platoden auf die Vermalien, und von diesen auf die höheren Stämme der Coelomarien; sie öffnen sich hier meistens durch besondere Flimmertrichter innen in die Leibeshöhle, die zunächst als Sammelgefäß für den Harn dient. Ihre äußere Öffnung geschieht bald (primär) hinten durch die äußere Haut (Exkretionsporen), bald (sekundär) in den Enddarm, und von da durch den After. Unter den Gliedertieren zeichnen sich die ältesten, die Anneliden, dadurch aus, daß sich in jedem Segmente des gegliederten Körpers ein Paar Nephridien wiederholen; jeder Nierenkanal oder „Segmentalkanal" besteht aus drei Abschnitten, einem inneren Flimmertrichter, der in die Leibeshöhle mündet, einem mittleren drüsigen Teil und einem äußeren Harnbläschen, das durch seine Kontraktion den Harn nach außen entleert. Sehr ähnlich ist auch die Anlage des Nierensystems bei den innerlich gegliederten Wirbeltieren; bald aber treten hier verwickeltere Bildungen auf, ein Paar kompakte Nieren, die aus vielen verästelten Nephridien zusammengesetzt sind. Als drei phylogenetische Entwicklungsformen folgen hier aufeinander drei Generationen von Nieren, vorn die primäre Vorniere, mitten die sekundäre Urniere, hinten die tertiäre Nachniere; letztere gelangt nur bei den drei höheren Vertebratenklassen: Reptilien, Vögeln und Säugetieren zur Ausbildung. Ein Paar kompakte Nieren besitzen auch die Mollusken; dieselben ent-

wickeln sich aus ein Paar Nephridien, deren Flimmertrichter innen in den Herzbeutel (den Rest der reduzierten Leibeshöhle) münden; hinten münden sie nach außen. Auch die Krustazeen haben meistens nur ein Paar Nierenkanäle. Dagegen besitzen die Protracheaten (die Stammformen der Luftrohrtiere) segmentale Nephridien, ein Paar in jedem Gliede, Erbstücke von den Annelidenahnen. Die übrigen Tracheaten, die Tausendfüße, Spinnen und Insekten, haben statt deren sogenannte „Malpighische Röhren", schlauchförmige Drüsen, die aus dem ektodermalen Enddarm entspringen, bald ein oder wenige Paare, bald sehr zahlreiche in einem Büschel.

Während die große Mehrzahl der Pflanzen rein plasmodome, die der Tiere plasmophage Ernährungsweise hat, gibt es doch in beiden organischen Reichen viele (namentlich niedere) Arten, deren Stoffwechsel durch Beziehungen zu anderen Organismen besondere Formen angenommen hat. Dahin gehören namentlich die Saprositen und Parasiten. Saprositen nennen wir diejenigen Pflanzen und Tiere, die sich ausschließlich oder überwiegend von zerfallenden Leichen anderer Organismen nähren, von den Zersetzungsprodukten, die für höhere Lebensformen keine genügende Nahrung liefern. Unter den einzelligen Protisten gehören dahin namentlich zahlreiche Bakterien, aber auch viele Fungillen (oder Phykomyzeten), unter den Gewebpflanzen die Pilze (Fungi), unter den Gewebtieren die Schwämme (Spongiae). Die vielfachen Eigentümlichkeiten im Stoffwechsel der überall verbreiteten Bakterien sind oben bereits erwähnt; während viele von ihnen Fäulnis und Verwesung hervorrufen, nähren sie sich zugleich von den dadurch zerstörten abgestorbenen Körperteilen anderer Organismen. Die Pilze nähren sich großenteils von den verwesenden Pflanzenleichen und den Produkten der Fäulnis, die sich im Humus anhäufen. Sie spielen damit als Reinigungspolizei eine ebenso große Rolle auf dem Boden des Festlandes, wie die Schwämme oder Spongien auf

dem Boden des Meeres. Aber auch verschiedene kleinere Gruppen von höheren Pflanzen und Tieren haben sich sekundär dem Saprositismus angepaßt. Unter den Gewebpflanzen gelten als solche namentlich die Monotropeen (zu denen unser einheimischer „Fichtenspargel", Monotropa hypopitys, gehört), ferner manche Orchideen (Neottia, Coralliorrhiza). Da sie ihr Plasma direkt aus den Verwesungsbestandteilen des Humus im Waldboden aufnehmen, haben sie das Chlorophyll und somit die grünen Blätter verloren. Unter den Gewebtieren nähren sich von verwesenden Substanzen namentlich viele Vermalien, aber auch höhere Metazoen, z. B. der Regenwurm, viele röhrenbewohnende Anneliden (Schlammfresser, Limicolae) u. a. Die Organe, welche die nächsten Verwandten derselben zum Aufsuchen, Zerkleinern und Verdauen geformter Nahrung brauchen (Augen, Kiefer, Zähne, Verdauuungsdrüsen) haben diese Saprositen großenteils oder ganz verloren. Viele von ihnen bilden schon den Übergang zu den Parasiten.

Unter Parasiten oder Schmarotzern versteht die Biologie im engeren Sinne neuerdings nur diejenigen Organismen, welche auf anderen wohnen und von ihnen zugleich ihre Nahrung beziehen. Die Schaar derselben ist in allen Hauptabteilungen des Pflanzenreichs und Tierreichs groß, ihre Umbildung für die Entwicklungslehre von höchstem Interesse. Denn kein anderes Verhältnis wirkt auf den Organismus so tief umbildend ein wie die Anpassung an die schmarotzende Lebensweise. Auch läßt sich nirgends so klar der Gang der Rückbildung, der dadurch hervorgerufen wird, Schritt für Schritt verfolgen und die mechanische Natur dieses Prozesses so einleuchtend nachweisen. Die Lehre von den Schmarotzern oder die Parasitologie gehört daher zu den wichtigsten Stützen der Deszendenztheorie und liefert in Fülle die schlagendsten Beweise für die vielumstrittene Vererbung erworbener Eigenschaften.

Unter den einzelligen Organismen sind durch viel-

fältige Anpassung an parasitische Lebensweise vor allen die Bakterien ausgezeichnet. Da wir diese kernlosen Protozoen zu den ältesten und einfachsten Organismen rechnen und sie unmittelbar durch Metasitismus von plasmodomen Chromazeen ableiten, ist es sehr wahrscheinlich, daß die Anpassung an schmarotzende Lebensweise schon sehr frühzeitig in der organischen Erdgeschichte begonnen hat. Schon ein Teil der Moneren (— zu denen wir die Bakterien wegen Mangels eines Zellkerns rechnen müssen —) fand es bequemer und vorteilhafter, sich auf anderen Protisten anzusiedeln und deren Plasma direkt zu assimilieren, statt die mühsame Arbeit der Karbonassimilation nach erblicher Methode fortzusetzen. Dasselbe gilt von der großen Klasse der Sporozoen (Gregarinen, Coccidien usw.), echten kernhaltigen Zellen, die in verschiedenster Weise dem Schmarotzerleben sich angepaßt haben. Viele leben als Endoparasiten im Darm, im Coelom oder anderen Organen höherer Tiere (die Gregarinen besonders in Gliedertieren); andere in den Geweben (z. B. die Sarkosporidien im Muskelfleisch der Säugetiere, die Coccidien und Myxosporidien in der Leber von Wirbeltieren). Sehr viele sind „Zellparasiten" und leben im Innern von Zellen anderer Tiere, die sie zerstören; so die Haemosporidien, die die Blutzellen des Menschen vernichten und dadurch Wechselfieber veranlassen.

Unter den vielzelligen Metaphyten sind es vor allen die Pilze (Mycetes oder Fungi), die sich in vielfältigsten Formen der schmarotzenden Lebensweise angepaßt haben. Viele von ihnen gehören bekanntlich zu den schädlichsten Feinden höherer Tiere und Pflanzen; die einzelnen Pilzarten rufen bestimmte Krankheiten hervor, indem sie durch chemische Veränderungen auf das Gewebe ihrer Wirte giftig einwirken. Allbekannt ist, wie unsere wichtigsten Kulturpflanzen, Wein, Kartoffeln, Korn, Kaffee usw. durch Pilzkrankheiten in ihrer Existenz bedroht werden; dasselbe gilt aber auch von vielen niederen und

höheren Tieren. Wahrscheinlich sind die Pilze polyphyletisch durch Metasitismus aus Algen hervorgegangen.

Unter den höheren Gewebpflanzen findet sich Parasitismus in vielen sehr verschiedenen Familien, namentlich Orchideen, Rhinanthazeen (Orobanche, Lathraea), Konvolvulazeen (Cuscuta), Aristolochiazeen, Loranthazeen (Viscum, Loranthus), Rafflesiazeen u.a. Durch Konvergenz oder Angleichung (— d.h. gleichartige Anpassung an das Schmarotzerleben —) werden diese verschiedenen Blumenpflanzen oft sehr ähnlich; sie verlieren die grünen Blätter, deren plasmodomes Chlorophyll sie nicht mehr nötig haben; Rudimente der Blätter bleiben oft als farblose Schuppen bestehen. Zum Festhaften an den Wohnpflanzen und Eindringen in deren Gewebe entwickeln sich besondere Haftapparate (Haustorien, Saugnäpfe, Ranken). Auch Stengel und Wurzel werden in eigentümlicher Weise umgebildet. Die ganze Produktionskraft dieser Schmarotzerpflanzen wirft sich auf die Geschlechtsorgane; Rafflesia hat die größte aller Blumen, von einem Meter Durchmesser.

Noch häufiger und interessanter als bei den Metaphyten tritt Parasitismus bei den Metazoen auf, und zwar in allen Stämmen derselben. Am wenigsten dazu disponiert sind die Weichtiere und Sterntiere, am meisten die Plattentiere, Wurmtiere und Gliedertiere. Schon unter den Gastraeaden, der gemeinsamen Stammgruppe aller Gewebtiere, finden sich Parasiten (Kyemarien und Gastremarien); der Schutz, den sie im Innern ihrer Wohntiere finden, ist wahrscheinlich die Ursache, daß diese ältesten Metazoen sich bis heute unverändert erhalten haben. Unter den Spongien und Cnidarien sind echte Parasiten nicht zahlreich. Um so häufiger sind sie unter den Plattentieren oder Platoden; die Saugwürmer (Trematodes) leben teils äußerlich (als Ektoparasiten) auf anderen Tieren, teils im Innern derselben (als Endoparasiten) und veranlassen viele wichtige Krankheiten derselben; sie haben das Flimmerkleid ihrer frei leben-

den Turbellarienahnen verloren und dafür Haftapparate erworben. Die Bandwürmer (Cestodes), die ganz im Innern anderer Tiere leben, und die von den Saugwürmern abstammen, haben auch deren Darmkanal eingebüßt; sie ernähren sich mittelst Imbibition durch die Hautdecke. Die gleiche Rückbildung zeigen unter den Vermalien die Kratzwürmer (Acanthocephala), unter den Mollusken die parasitischen Wunderschnecken (Entoconcha), unter den Krustazeen die Wurzelkrebse (Rhizocephala).

Die Klasse der Krustentiere liefert überhaupt die zahlreichsten und lehrreichsten Beispiele für die Rückbildung durch Parasitismus, weil derselbe hier polyphyletisch in sehr verschiedenen Ordnungen und Familien auftritt und weil ihr hochorganisierter Körper in den verschiedensten Organen alle Stufen der Degeneration im Zusammenhange zeigt. Die freilebenden Krustazeen haben meistens sehr schnelle und geschickte Ortsbewegung; ihre zahlreichen Beine sind gut gegliedert und den verschiedensten Formen der Lokomotion in ausgezeichneter Weise angepaßt (zum Laufen, Schwimmen, Klettern, Graben usw.); ihre scharfen Sinneswerkzeuge sind hoch entwickelt. Da dieselben im Schmarotzerleben nicht mehr gebraucht werden, verkümmern sie und gehen allmählich ganz zugrunde. Die jugendlichen Krustazeen gehen alle aus derselben charakteristischen Keimform des Nauplius hervor und schwimmen frei umher; erst später, wenn sie sich festsetzen und der schmarotzenden Lebensweise anpassen, verkümmern Sinnes- und Bewegungsorgane. Wie schon der treffliche Fritz Müller-Desterro in seiner berühmten kleinen Schrift „Für Darwin" (1864) gezeigt hat, liefert damit die Krustazeenklasse die einleuchtendsten Beweise für die Deszendenz- und Selektionstheorie, für die progressive Vererbung und das biogenetische Grundgesetz. Diese Tatsachen sind um so bedeutungsvoller, als in vielen verschiedenen Ordnungen und Familien der Krebse sich die Rückbildung durch Schmarotzerleben in ähnlicher Weise wiederholt und

durch Konvergenz ähnliche Formen hervorgebracht hat.

Vom Parasitismus wesentlich verschieden ist dasjenige innige Zusammenleben von zwei verschiedenen Organismen, welches man als Symbiose oder Mutualismus bezeichnet. Hier findet ein Konsortium von zwei Lebewesen zu gegenseitigem Nutzen statt, während beim Parasitismus bloß der Schmarotzer Nutzen von seinem Wirte zieht. Symbiose findet sich schon unter den Protisten, weit verbreitet bei den Radiolarien. In der Gallerthülle (Calymma), die die Zentralkapsel ihres einzelligen Körpers umschließt, liegen meistens unbeweglich zahlreiche gelbe Zellen zerstreut (Zooxanthellen). Diese sind Protophyten oder sogenannte „einzellige Algen" aus der Klasse der Paulotomeen (Palmellazeen); sie genießen Schutz und Wohnung von seiten der Radiolarien, wachsen plasmodom und vermehren sich rasch durch Teilung; ein großer Teil des Stärkemehls und des Plasma, das sie durch Karbonassimilation neu bilden, wird von dem Radiolarienwirte direkt als Nahrung (als Mietzins) aufgenommen, während der andere Teil der Xanthellen munter weiter wächst und sich vermehrt. Ähnliche gelbe „Zooxanthellen" oder grüne Zoochlorellen kommen auch als Symbionten im Gewebe vieler niederer Tiere vor. Unser gemeiner Süßwasserpolyp (Hydra viridis) verdankt seine grüne Farbe den Zoochlorellen, welche in großer Zahl die Geißelzellen seines Entoderms (des verdauenden Darmepithels) bewohnen. Im allgemeinen ist sonst die Symbiose bei Gewebtieren seltener als bei Gewebpflanzen. Hier wird sie die Grundlage für eine ganze Pflanzenklasse: die Flechten (Lichenes). Jede Flechte besteht aus einer plasmodomen Pflanze (bald Protophyt, bald Alge) und aus einem plasmophagen Pilze; letzterer liefert Wohnung, Schutz und Wasser für die grüne Alge, die ihm dafür neue Nahrungsstoffe bereitet.

Elftes Kapitel

FORTPFLANZUNG

Ungeschlechtliche und geschlechtliche Zeugung (Monogonie und Amphigonie). Liebe. Hermaphrodismus und Gonochorismus.

Wie die Ernährung die Selbsterhaltung des organischen Individuums, so bewirkt die Fortpflanzung die Fortdauer der organischen Spezies, d.h. derjenigen bestimmten Lebensform, die man als sogenannte „Art" von allen ähnlichen unterscheidet. Alle Einzelwesen haben eine mehr oder weniger beschränkte Lebensdauer und verfallen nach Ablauf einer bestimmten Zeit dem Tode. Die zusammenhängende Kette von Individuen, die durch Fortpflanzung verbunden sind und zu einer Art gehören, macht es möglich, daß diese besondere Speziesform trotzdem lange Zeiträume hindurch sich dauernd erhält. Aber auch die Art ist vergänglich und hat kein „ewiges Leben". Nachdem die Spezies eine längere oder kürzere Periode hindurch bestanden hat, stirbt sie entweder aus, oder sie geht durch Umbildung in andere Formen über.

Die Entstehung neuer Individuen, die durch Fortpflanzung aus elterlichen Individuen hervorgehen, ist eine zeitlich beschränkte Naturerscheinung; sie kann nicht von Ewigkeit her auf unserem Planeten bestanden haben, da die Erde selbst nicht ewig ist, und da auch nach ihrer Entstehung noch lange Zeiträume hindurch die Bedingungen für die Existenz organischen Lebens auf derselben fehlten. Diese traten erst ein, nachdem die Oberfläche des glut-

flüssigen Erdballs so weit abgekühlt war, daß sich tropfbar flüssiges Wasser auf derselben niederschlagen konnte. Erst dann konnte der Kohlenstoff diejenigen Verbindungen mit anderen Elementen (Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel) eingehen, die zur Bildung des Plasma führten. Da wir diesen Vorgang der Urzeugung (Archigonia oder Generatio spontanea) in einem besonderen Kapitel (15) besprechen, sehen wir hier davon ab und beschränken uns auf die Untersuchung der Elternzeugung (Tocogonia oder Generatio parentalis).

Die zahlreichen verschiedenen Formen, unter denen die Tokogonie oder Fortpflanzung der Lebewesen stattfindet, werden allgemein auf zwei große Gruppen verteilt, einerseits die einfache Form der ungeschlechtlichen Zeugung (Monogonie), anderseits die zusammengesetzte Form der geschlechtlichen Zeugung (Amphigonie). Bei der ungeschlechtlichen Zeugung ist nur ein einziges Individuum tätig und gibt ein überschüssiges Wachstumsprodukt ab, das sich zu einem neuen Organismus entwickelt. Bei der geschlechtlichen Zeugung hingegen müssen zwei verschiedene Individuen sich vereinigen, um ein neues Lebewesen aus sich hervorgehen zu lassen. Diese Amphigonie ist beim Menschen und den meisten höheren Tieren die einzige Art der Fortpflanzung. Dagegen findet sich bei vielen niederen Tieren und bei den meisten Pflanzen daneben noch die ungeschlechtliche Vermehrung, durch Teilung oder Knospenbildung, die Monogonie. Bei den niedersten Organismen, den Moneren, ferner bei vielen Protisten, Pilzen u. a., ist letztere sogar die einzige Art der Propagation.

Genau genommen ist die Monogonie ein ganz allgemein verbreiteter Lebensvorgang; denn auch die gewöhnliche Zellteilung, auf der das Wachstum der Histonen beruht, ist Monogonie der Zellen. Daraus ergibt sich für die historische Biologie die Überzeugung, daß die Monogonie die ältere und ursprünglichere Form der Elternzeugung war, und daß sich

die Amphigonie erst später aus derselben entwickelt hat. Dies zu betonen ist deshalb wichtig, weil nicht allein viele ältere, sondern auch einzelne neuere Autoren die geschlechtliche Zeugung irrtümlich als eine allgemeine Lebenstätigkeit aller Organismen ansehen und behaupten, daß sie ein ganz ursprünglicher Lebensvorgang von Anfang an gewesen sei.

Die zusammengesetzten und oft höchst verwickelten Erscheinungen der geschlechtlichen Zeugung, wie wir sie bei den höheren Organismen antreffen, werden uns verständlich, wenn wir sie mit den einfacheren Formen der ungeschlechtlichen Zeugung in den niederen Lebenskreisen kritisch vergleichen. Wir lernen dann einsehen, daß dieselben keine unbegreiflichen und übernatürlichen „Lebenswunder" sind, sondern natürliche physiologische Vorgänge, die gleich allen anderen sich auf einfache physikalische Kräfte zurückführen lassen. Diejenige Energieform, die aller Tokogonie zugrunde liegt, ist das Wachstum. Da nun diese Erscheinung als „Massenanziehung" ebenso auch die Entstehung der Kristalle und anderer anorganischer Individuen bewirkt, so ist damit wieder die Schranke entfernt, die man auch hier zwischen organischer und anorganischer Natur hat festhalten wollen. „Die Fortpflanzung ist eine Ernährung und ein Wachstum des Organismus über das individuelle Maß hinaus, welche einen Teil desselben zum Ganzen erhebt." Dieses „Maß der individuellen Größe" ist bei jeder einzelnen Art durch zwei Verhältnisse bestimmt, einerseits die innere Konstitution des Plasma, die durch Vererbung gegeben ist, anderseits die Abhängigkeit von den äußeren Existenzbedingungen, die die Anpassung regeln. Erst wenn diese Grenze überschritten wird, macht sich das andauernde überschüssige Wachstum als „Fortpflanzung" geltend. Auch jede Kristallart hat eine bestimmte Grenze des Wachstums; wenn diese überschritten wird, setzen sich neue Kristallindividuen aus der Mutterlauge an das alte, nicht mehr wachsende Individuum an.

Die ungeschlechtliche oder monogene Tokogonie — die man auch als „vegetative Vermehrung" bezeichnet, wird stets von einem organischen Individuum für sich allein bewirkt und ist also nur auf dessen überschüssiges Wachstum zurückzuführen. Wenn dieses den ganzen Körper als totales Wachstum betrifft und dieser in zwei oder mehr gleiche Stücke zerfällt, bezeichnet man die monogene Vermehrung als Teilung. Wenn hingegen das Wachstum ein partielles ist und nur einen Teil des Individuums betrifft, und wenn dieser bevorzugte Teil sich als Knospe (Gemma) vom zeugenden Individuum sondert, nennt man diesen Prozeß Knospung (Gemmatio). Der Unterschied beider Zeugungsformen besteht also wesentlich darin, daß bei der Teilung das Elter als Individuum zugrunde geht und in der Bildung seiner Teilprodukte (Kinder) aufgeht; diese sind von gleichem Alter und gleichem Formwerte. Bei der Knospung dagegen bleibt das zeugende Elter als Individuum erhalten; es ist größer und älter als die jüngere Knospe. Dieser wichtige Unterschied zwischen Division und Gemmation, der oft übersehen wird, gilt ebenso für die Protisten (als Einzellige) wie für die Histonen (als Vielzellige). Die Tatsache, daß bei der Teilung das Individuum (— das „Unteilbare"! —) als solches vernichtet wird, widerlegt die Theorie von der „Unsterblichkeit der Einzelligen" (Weismann).

Die Fortpflanzung durch Teilung ist die weitaus häufigste von allen Formen der Vermehrung; denn sie ist nicht nur die normale Art der Monogonie bei zahlreichen Protisten, sondern auch bei den Gewebezellen, die die Gewebe der Histonen zusammensetzen. Sie ist ferner die einzige Vermehrungsform der meisten Moneren, sowohl der Chromazeen als der Bakterien, die deshalb häufig unter dem Begriffe der Spaltpflanzen (Schizophyta) zusammengefaßt wurden. Die Selbstteilung kommt aber auch bei höheren, vielzelligen Organismen vor, namentlich Nesseltieren (Polypen, Medusen). Gewöhnlich erfolgt sie in Form

der Zweiteilung (Hemitomie); der Körper zerfällt in zwei gleiche Hälften. Die Teilungsebene ist bald unbestimmt (Stückteilung), bald fällt sie mit der Längsachse zusammen (Längsteilung), bald mit der Querachse, senkrecht auf der Längsachse (Querteilung); seltener mit einer schrägen oder diagonalen Achse (Schiefteilung). Wenn die Teilung einer Zelle sich so rasch wiederholt, daß auf die Längsteilung sogleich die Querteilung folgt, und wenn beide Teilungen durch Beschleunigung zusammenfallen, so geht die Zweiteilung in Vierteilung über. Wenn dann derselbe Vorgang sich öfter rasch hintereinander wiederholt, und wenn zuletzt gleichzeitig der Körper in zahlreiche kleine und gleiche Stücke zerfällt, so wird daraus die Vielzellteilung (Polytomie); so die Sporenbildung der Sporozoen und Rhizopoden; die Vielzellbildung im Embryosack der Phanerogamen.

Die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung unterscheidet sich von der Teilung im Prinzip dadurch, daß das bedingende überschüssige Wachstum bei der ersteren ein partielles, bei der letzteren ein totales ist; demnach ist die erzeugte Knospe (Gemma) jünger und kleiner als das erzeugende Elter, von dem sie sich ablöst; das letztere kann durch Regeneration den abgegebenen Teil ersetzen und zahlreiche Knospen gleichzeitig oder nacheinander hervorbringen, ohne deshalb seine individuelle Selbständigkeit zu verlieren (— wogegen sie bei der Teilung vernichtet wird! —). Die Vermehrung durch Knospenbildung ist bei den Protisten seltener, bei den Histonen häufiger, sowohl bei den meisten Gewebpflanzen als bei den niederen, stockbildenden Gewebtieren (Coelenterien und Vermalien). Denn die meisten Stöcke (Cormi) entstehen dadurch, daß ein Sproß oder eine Person Knospen treibt, die mit ihm in Verbindung bleiben. Die Senker und Ableger der Gewebpflanzen sind abgelöste Knospen. Als zwei verschiedene Hauptformen der Knospung sind die terminale und laterale zu unterscheiden. Die terminale oder endständige Knospung findet an einem

Ende der Längsaxe statt und steht der Querteilung sehr nahe (z. B. die Strobilation der akraspeden Medusen und der Kettenbandwürmer). Die laterale oder seitenständige Knospung ist weit häufiger und bedingt die „Verzweigung" der Bäume und überhaupt der zusammengesetzten Pflanzen, ebenso auch der baumförmigen Stöcke der Spongien, Nesseltiere (Polypen, Korallen), Moostiere (Bryozoen) usw.

Eine dritte Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung ist die Bildung von Sporen oder „Keimzellen", die gewöhnlich in großer Zahl im Innern des Organismus erzeugt werden, sich von ihm ablösen und, ohne befruchtet zu sein, zu einem neuen Lebewesen entwickeln. Bald sind die Sporen unbeweglich: Ruhsporen oder Paulosporen; bald besitzen sie eine oder mehrere Geißeln, mittelst deren sie lebhaft umherschwimmen: Schwärmsporen oder Planosporen. Diese monogene Vermehrungsweise ist sehr verbreitet unter den Protisten, sowohl Protophyten als Protozoen. Unter den letzteren sind die Sporozoen oder Sporentierchen (Gregarinen, Coccidien u. a.) dadurch ausgezeichnet, daß der ganze einzellige Organismus in der Bildung von Sporen aufgeht; der Prozeß fällt hier mit der „Vielzellteilung" zusammen, ebenso bei vielen Rhizopoden (Myzetozoen). Bei anderen (Radiolarien, Thalamophoren) wird bloß ein Teil der parentalen Zelle zur Sporenproduktion verwendet. Sehr verbreitet ist die Sporenbildung bei den Kryptogamen; gewöhnlich wechselt sie hier mit geschlechtlicher Fortpflanzung ab. Die Sporen entstehen meistens in besonderen Sporenkapseln (Sporangien). Bei den Blumenpflanzen (Anthophyten) ist die Sporogonie verloren gegangen. Selten kommt dieselbe bei den Gewebtieren vor, z. B. bei den Süßwasserschwämmen; die Sporangien werden hier als Gemmulae bezeichnet.

Das Wesen der geschlechtlichen Zeugung besteht in der Vereinigung von zwei verschiedenen Zellen: einer weiblichen Eizelle und einer männlichen Spermazelle. Die einfache neue Zelle, die aus deren Ver-

schmelzung entsteht, ist die Stammzelle (Cytula), die Stammutter aller der zahlreichen Zellen, die die vielzelligen Gewebe der Histonen zusammensetzen. Aber auch unter den einzelligen Protisten kommen schon vielfach Anfänge sexueller Differenzierung vor; sie wird vorbereitet durch die Verschmelzung oder Kopulation von zwei gleichartigen Zellen, den Gameten. Man kann diesen Vorgang, die Zygose, als eine besondere, sehr günstige Form des Wachstums auffassen, die mit Verjüngung des Plasma verbunden ist; das letztere wird durch die Mischung der beiderlei individuell verschiedenen Plasmakörper (Amphimixis) zur Vermehrung durch wiederholte Teilung befähigt. Sobald diese beiden Gameten ungleich werden, an Größe und Gestalt „sich differenzieren", wird die größere, weibliche, als Makrogamete oder Makrogonidie, die kleinere, männliche, als Mikrogamete oder Mikrogonidie bezeichnet. Bei den Histonen heißt erstere Eizelle (Ovulum), letztere Spermazelle (Spermium, Spermatozoon). Gewöhnlich ist letztere eine rasch bewegliche Geißelzelle, erstere eine träge oder amoeboide Zelle. Die Schwimmbewegungen der Spermazelle dienen dazu, die Eizelle aufzusuchen und zu befruchten.

Die qualitative Verschiedenheit der beiden kopulierenden Geschlechtszellen (Gonocyta), der chemische Gegensatz zwischen dem Ovoplasma der weiblichen Eizelle und dem Spermoplasma der männlichen Samenzelle, ist die erste (und oft einzige) Bedingung der Amphigonie; später gesellt sich dazu (bei den höheren Histonen) ein sehr verwickelter Apparat von sekundären Einrichtungen. Mit jenem chemischen Gegensatz ist zugleich eine eigentümliche Doppelform sinnlicher Empfindung und darauf gegründeter Anziehung verknüpft, die wir als sexuelle Chemotaxis oder erotischen Chemotropismus bezeichnen. Dieser „Geschlechtssinn" der beiden verschiedenen Gonocyten, die „Wahlverwandtschaft" des männlichen Androplasma und des weiblichen Gynoplasma, bewirkt ihre gegenseitige Anziehung und

Vereinigung. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese sexuelle, dem Geruch oder Geschmack verwandte Sinnestätigkeit und ebenso die dadurch hervorgerufenen Reizbewegungen, ihren Sitz im Cytoplasma des Zellenleibes der beiderlei Geschlechtszellen hat, während die Vererbung durch das Karyoplasma des Zellkerns vermittelt wird.

Der sexuelle Gegensatz zwischen den beiderlei Gonoplasmaformen, dem weiblichen Ovoplasma der Eizelle und dem männlichen Spermoplasma der Samenzelle, spricht sich schon im Beginn der sexuellen Differenzierung in den verschiedenen Größen der beiden kopulierenden Gameten aus, später in der zunehmenden Verschiedenheit ihrer Form, Zusammensetzung, Bewegung usw. Er führt weiterhin zu der Verteilung der Keimstätten (der Örtlichkeiten, an denen die beiderlei Geschlechtszellen entstehen) auf zwei verschiedene Individuen. Wenn Eizelle und Spermazelle in einem und demselben Individuum entstehen, bezeichnet man dieses als zweigeschlechtig oder Zwitter (Hermaphroditus); wenn sie dagegen von zwei verschiedenen (männlichem und weiblichem) Individuen produziert werden, nennt man diese eingeschlechtig oder „getrennten Geschlechts" (Gonochoristus). Entsprechend den verschiedenen Stufen der Individualität, die wir oben (im 7. Kapitel) unterschieden haben, können wir auch folgende Stufen der Zwitterbildung (Hermaphrodismus) und der Geschlechtstrennung (Gonochorismus) unterscheiden.

Einige Gruppen der Protisten, besonders die hoch organisierten Wimperinfusorien (Ciliata) zeichnen sich dadurch aus, daß schon innerhalb des einzelligen Organismus eine Sonderung des männlichen und weiblichen Plasmateiles stattfindet. Die Ziliaten vermehren sich in der Regel massenhaft durch wiederholte Teilung (und zwar durch indirekte Zellteilung). Allein diese Monogonie hat ihre Grenzen und muß von Zeit zu Zeit durch eine Amphigonie unterbrochen werden, eine Verjüngung des Plasma,

die durch Konjugation von zwei verschiedenen Zellen und teilweisen Austausch ihrer Kernsubstanz bewirkt wird. Unter Konjugation versteht man partielle und vorübergehende Vereinigung von zwei verschiedenen Einzelligen, unter Kopulation hingegen totale und bleibende Verschmelzung. Wenn zwei Wimperinfusorien sich konjugieren, legen sie sich aneinander und verwachsen für kurze Zeit durch eine Plasmabrücke. Ein Teilstück des Zellkerns von beiden hat sich schon vorher in zwei Stückchen geteilt, von denen das eine als weiblicher Standkern, das andere als männlicher Wanderkern, fungiert. Die beiden beweglichen Wanderkerne treten in die Plasmabrücke ein und wandern innerhalb derselben, sich aneinander vorbeischiebend, in den Leib der entgegengesetzten Zelle ein; hier verschmelzen sie mit dem tiefer gelegenen Standkern. Nachdem so in jeder der beiden kopulierenden Zellen ein neuer Kern (durch Amphimixis) gebildet ist, trennen sie sich wieder; die beiden verjüngten Zellen haben nun wieder die Fähigkeit erlangt, sich längere Zeit durch Teilung zu vermehren.

Die eigentümliche Zwitterbildung der Zellen, die die Wimperinfusorien und einige andere Protisten auszeichnet und die uns durch die Untersuchungen von Richard Hertwig, Maupas u. a. bis in die feinsten Einzelheiten bekannt ist, erscheint deshalb von so hohem Interesse, weil damit gezeigt ist, daß der chemische Gegensatz zwischen dem weiblichen Gynoplasma und dem männlichen Androplasma schon innerhalb einer einzigen Zelle zum Ausdruck kommen kann. Diese erotische Arbeitsteilung ist so wichtig, daß sie sonst allgemein auf zwei verschiedene Zellen verteilt ist. Die genauen, in die feinsten sichtbaren Vorgänge eindringenden Untersuchungen der Neuzeit über den Prozeß der Befruchtung haben gelehrt, daß das Wesentlichste bei der Neubildung des Individuums (— der Stammzelle —) die Verschmelzung gleicher Teile (Erbmasse) des männlichen und weiblichen Zellenkerns ist; das Karyoplasma der beiden kopulierenden Zellen ist der Trä-

ger der Vererbung von beiden Eltern. Hingegen dient das Cytoplasma ihres Zellenleibes den Zwecken der Anpassung und Ernährung; gewöhnlich ist der Zellenleib der Eizelle sehr voluminös und als Futterspeicher reich mit Eiweiß, Fett und anderen Nahrungsstoffen ausgestattet („Nahrungsdotter"). Das Cytoplasma der Spermazelle ist umgekehrt sehr klein und bildet meistens eine schwingende Geißel, mit der sie sich fortbewegt, um die Eizelle aufzusuchen.

Bei den meisten Pflanzen werden weibliche und männliche Zellen von einem und demselben Sprosse produziert, ebenso bei sehr vielen niederen Tieren von einer und derselben Person. Man bezeichnet diesen Hermaphrodismus der Histonalen oder „Individuen zweiter Ordnung" als Monoclinie (Einbettigkeit). Dagegen findet sich bei vielen höheren Pflanzen (monoezischen Stöcken) und bei den meisten höheren Tieren Diclinie oder Zweibettigkeit; d. h. der eine Sproß oder die eine Person besitzt nur männliche, der andere nur weibliche Organe: Gonochorismus der „Individuen zweiter Ordnung". Die Monoklinie ist meistens mit der festsitzenden Lebensweise verknüpft (oft für diese notwendig), die Diklinie hingegen mit der freien Ortsbewegung. Auch die Anpassung an schmarotzende Lebensweise begünstigt die Monoklinie; so sind z. B. die Krebse (Crustacea) größtenteils gonochoristische Personen; aber die Rankenkrebse (Cirripedia), die sich an festsitzende (und zum Teil auch an parasitische) Lebensweise gewöhnt haben, sind infolge dessen Hermaphroditen geworden. Viele endoparasitische niedere Tiere (z. B. Bandwürmer, Saugwürmer, Wunderschnecken), die isoliert im Innern anderer Tiere leben, müssen Zwitter sein und sich selbst befruchten können, wenn die Art erhalten bleiben soll. Anderseits sind zahlreiche hermaphrodite Blumen, trotzdem sie beiderlei Geschlechtsorgane einschließen, unfähig, sich selbst zu befruchten, sondern müssen durch die sie besuchenden Insekten befruchtet werden, die den Blütenstaub von einer Blume zur anderen tragen.

Die „Individuen dritter Ordnung", die wir im Pflanzenreiche ebensowohl wie im Tierreiche als Stöcke (Cormi) bezeichnen, haben ebenfalls wechselnde Beziehungen der Geschlechtspersonen, die sie zusammensetzen. Wenn auf einem und demselben Stocke männliche und weibliche diklinische Sprosse oder Personen nebeneinander vorkommen, bezeichnet man diesen Hermaphrodismus der Kormen als Einhäusigkeit (Monoecie); das ist der Fall bei den meisten Kryptogamen und Phanerogamen, unter den Tieren bei den meisten Siphonophoren und einzelnen Korallen. Seltener ist die Zweihäusigkeit (Dioecie); d. h. der eine Stock trägt nur männliche, der andere nur weibliche Sprosse oder Personen, so z. B. die Pappeln und Weiden, die meisten Korallen und einzelne Siphonophoren. Die physiologischen Vorzüge der Kreuzung, d. h. der Vereinigung von Geschlechtszellen verschiedener Individuen, begünstigen die fortschreitende Geschlechtstrennung bei den höheren Organismen.

Eine vergleichende Übersicht über die Verhältnisse der Zwitterbildung und Geschlechtstrennung im Tierreiche und Pflanzenreiche lehrt uns, daß beide entgegengesetzten Formen der Geschlechtsverteilung häufig bei nahe verwandten Organismen einer und derselben Gruppe sich nebeneinander finden, ja sogar bisweilen bei verschiedenen Individuen einer und derselben Art. So ist z. B. die Auster gewöhnlich gonochorist, bisweilen aber auch hermaphrodit, ebenso manche andere Mollusken, Wurmtiere und Gliedertiere. Daher ist die oft aufgeworfene Frage, welche von beiden Formen der Geschlechtsteilung die ursprüngliche sei, überhaupt nicht allgemein zu beantworten, und nicht ohne Bestimmung der Individualitätsstufe und der systematischen Stellung der betreffenden Gruppe. Sicher ist, daß in vielen Fällen die Zwitterbildung das ursprüngliche Verhältnis darstellt, z. B. bei den meisten niederen Pflanzen und vielen festsitzenden Tieren (Spongien, Polypen, Platoden, Manteltieren u. a.); wenn in diesen Gruppen einzelne

Ausnahmen auftreten, sind sie sekundär entstanden. Ebenso sicher ist anderseits, daß in anderen Fällen umgekehrt die Geschlechtstrennung das ursprüngliche Verhältnis darstellt, so bei den Siphonophoren, Ktenophoren, Bryozoen, Cirripedien, Mollusken; hier ist der Hermaphrodismus offenbar insofern sekundär entstanden, als die Zwitterformen ursprünglich von Gonochoristen abstammen.

Nur in wenigen Abteilungen der niedersten Histonen entstehen die beiderlei Geschlechtszellen ohne bestimmte Ordnung an verschiedenen Stellen des einfachen Gewebes, so bei einigen Gruppen der niederen Algen und bei den Spongien. Gewöhnlich entstehen sie nur an bestimmten Lokalitäten und in einer besonderen Schicht des Gewebekörpers, und zwar meistens gruppenweise, in Gestalt von Geschlechtsdrüsen (Gonades). Diese führen in verschiedenen Gruppen der Histonen besondere Namen; die weiblichen Drüsen werden bei den Kryptogamen als Archegonien bezeichnet, bei den Phanerogamen als Nucellus (— aus dem Makrosporangium der Pteridophyten entstanden —), bei den Gewebtieren als Eierstöcke (Ovaria). Die männlichen Drüsen bezeichnet man bei den Kryptogamen als Antheridien, bei den Phanerogamen als Pollensäcke (— aus den Mikrosporangien der Farne entstanden —), bei den Metazoen als Hoden oder Samenstöcke (Spermaria, Testiculi). In vielen Fällen, besonders bei wasserbewohnenden niederen Organismen, werden die Eizellen (als Produkte der Ovarien) und die Spermazellen (als Produkte der Spermarien) direkt nach außen entleert.

Während gewöhnlich die beiderlei Geschlechtsdrüsen an verschiedenen Lokalitäten des zeugenden Organismus entstehen, gibt es doch einzelne Fälle, in denen die beiderlei Geschlechtszellen unmittelbar nebeneinander von einer und derselben Drüse gebildet werden; solche Drüsen heißen Zwitterdrüsen. In auffallender Weise entwickeln sich diese Bildungen bei mehreren hoch differenzierten Gruppen der Metazoen

und sind offenbar aus gonochoristischen Bildungen niederer Formen hervorgegangen. Die Klasse der Kammquallen oder Rippenquallen (Ctenophorae) umfaßt glasartige, im Meere schwimmende Nesseltiere von eigentümlichem und kompliziertem Bau, die wahrscheinlich von Hydromedusen (oder Kraspedoten) abstammen. Während aber die letzteren sehr einfache gonochoristische Verhältnisse besitzen (4 oder 8 eingeschlechtige Drüsen im Verlaufe der Radialkanäle oder in der Magenwand), laufen bei den Ktenophoren 8 hermaphroditische Kanäle im Meridianbogen von einem Pole des gurkenförmigen Körpers zum anderen. Jeder Kanal entspricht einem Wimperkamm und bildet an einem Rande Eierstöcke, am anderen Rande Samenstöcke; und zwar sind diese so geordnet, daß die 8 Interkostalfelder (die Räume zwischen den 8 Wimperkämmen) abwechselnd männlich und weiblich sind. — Noch eigentümlicher sind die Zwitterdrüsen der hoch organisierten auf dem Lande lebenden und lufttatmenden Lungenschnecken (Pulmonata), zu denen unsere gewöhnlichen Gartenschnecken (Arion) und Weinbergschnecken (Helix) gehören. Hier findet sich eine Zwitterdrüse mit vielen Schläuchen, von denen jeder im äußeren Teile Eier, im inneren Sperma bildet. Trotzdem werden beiderlei Geschlechtszellen gesondert nach außen abgeführt.

Bei den meisten niederen und im Wasser lebenden Histonen fallen beiderlei Geschlechtszellen, wenn sie reif sind, unmittelbar in das Wasser und kommen dort zusammen. Dagegen haben sich bei den meisten höheren und namentlich den landbewohnenden Organismen besondere Ausführwege oder Abfuhrkanäle für die Geschlechtsprodukte entwickelt, die Geschlechtsleiter (Gonoductus); die weiblichen heißen bei den Metazoen im allgemeinen Eileiter (Oviductus), die männlichen Samenleiter (Spermaductus oder Vasa deferentia). Bei den lebendig gebärenden Histonen dienen besondere Kanäle für die Zuleitung des Sperma zur Eizelle, die im mütterlichen Körper eingeschlossen bleibt, so der Hals des Archegonium bei

den Kryptogamen, der Griffel bei den Phanerogamen, die Scheide (Vagina) bei den Metazoen. An der äußeren Öffnung dieser Abfuhrkanäle entwickeln sich dann meistens noch besondere Begattungsorgane.

Wenn die entleerten Geschlechtszellen nicht unmittelbar zusammenkommen können (— wie bei vielen Wasserbewohnern —), müssen besondere Einrichtungen für die Übertragung des befruchtenden Sperma vom männlichen auf den weiblichen Körper sich entwickeln. Dieser Vorgang selbst, der als Begattung (Kopulation) bezeichnet wird, erlangt dadurch große Bedeutung, daß er sich mit eigentümlichen Lustgefühlen verknüpft, und daß diese Wollust die mächtigsten Seelenerregungen auslöst; sie wird als sexuelle „Liebe" beim Menschen und den höheren Tieren zur stärksten Triebfeder vieler Lebenstätigkeiten. Das Organ, das diese Wollustempfindungen als Sitz des „Geschlechtssinnes" vermittelt, wird bei den Wirbeltieren als Geschlechtsglied (Phallus) bezeichnet, das männliche als Mannesglied oder Rute (Penis), das weibliche als Kitzler (Clitoris). Die mikroskopischen Sinneswerkzeuge in diesen Begattungsorganen sind eigentümliche „Wollustkörperchen"; sie werden erregt durch die gegenseitige Reibung, die bei der Einführung des männlichen Penis in die weibliche Scheidenöffnung (Vulva) stattfindet. Dadurch wird die Reflexbewegung ausgelöst, die die Entleerung und Übertragung des Sperma vermittelt. Bei vielen höheren Tieren (namentlich Wirbeltieren, Gliedertieren, Weichtieren) entwickeln sich daneben noch zahlreiche Drüsen und andere Hilfsorgane, die bei der Begattung mitwirken.

Die vielfachen und innigen Beziehungen, die beim Menschen und den höheren Tieren (vor allen Wirbeltieren und Gliedertieren) zwischen deren Geschlechtsleben und der höheren Seelentätigkeit bestehen, haben eine Fülle der merkwürdigsten „Lebenswunder" hervorgerufen. Wilhelm Bölsche hat dieselben in seinem berühmten und weitverbreiteten Werke: „Liebesleben der Natur" so geistreich geschildert, daß

wir hier einfach darauf verweisen können. Nur die hohe Bedeutung der sogenannten „sekundären Sexualcharaktere" soll hier noch besonders betont werden. Diese Eigentümlichkeiten eines der beiden Geschlechter, die dem anderen fehlen, und die nicht direkt mit den eigentlichen Geschlechtsorganen zusammenhängen, z. B. der Bart des Mannes, der Busen des Weibes, die Mähne des Löwen, das Geweih des Hirsches, sind auch für die Ästhetik von Interesse; sie sind meistens, wie Darwin gezeigt hat, durch sexuelle Selektion erworben worden, als Waffen der Männchen im Kampfe um den Besitz des Weibchens, und umgekehrt. Dabei spielt, namentlich bei den Vögeln und Insekten, eine wichtige Rolle das Schönheitsgefühl; die prächtigen Farben und Formen, die wir an den männlichen Paradiesvögeln, Kolibris, Hühnervögeln, Schmetterlingen bewundern, sind durch geschlechtliche Zuchtwahl erworben worden.

Bei verschiedenen Gruppen von Histonen ist im Laufe der Zeit das männliche Geschlecht überflüssig geworden; die Eizellen entwickeln sich, ohne der Befruchtung durch die Spermazellen zu bedürfen. Das ist namentlich der Fall bei verschiedenen Plattentieren (Trematoden) und Gliedertieren (Krustazeen, Insekten). Bei den Bienen besteht das merkwürdige Verhältnis, daß erst im Momente der Eiablage die Entscheidung darüber getroffen wird, ob das Ei mit Sperma versehen und befruchtet werden soll oder nicht; im ersteren Falle entwickelt sich daraus eine weibliche, im zweiten Falle eine männliche Biene. Als Siebold in München diese Tatsachen der „unbefleckten Empfängnis" bei verschiedenen Insekten nachgewiesen hatte, erhielt er einen Besuch des katholischen Erzbischofs von München; dieser drückte ihm seinen Glückwunsch und seine Freude darüber aus, daß nun auch für die „Jungfrau Maria" derselbe Vorgang wissenschaftlich erklärbar sei. Siebold mußte ihm leider entgegnen, daß dieser Schluß von der Jungfernzeugung der Gliedertiere auf die der Wirbeltiere nicht zulässig sei, und daß alle Säuge-

tiere, ebenso wie alle anderen Vertebraten, sich ausschließlich durch befruchtete Eier fortpflanzen. Unter den Gewebpflanzen kommt dagegen Parthenogenesis ebenfalls vor, so bei Chara crinita unter den Algen, bei Antennaria alpina und Alchemilla vulgaris unter den Blumenpflanzen. Die Ursachen, die diesen Ausfall der Befruchtung bedingen, sind uns noch größtenteils unbekannt; einiges Licht wird darauf dadurch geworfen, daß man neuerdings auch durch chemische Versuche (Einwirkung von Zucker und anderen wasserentziehenden Lösungen) die parthenogenetische Entwicklung unbefruchteter Eier hat auslösen können.

Während bei den höheren Tieren meistens die volle Reife und Ausbildung der Speziesform zur Fortpflanzung erforderlich ist, hat man bei vielen niederen Tieren neuerdings beobachtet, daß Eizellen und Spermazellen auch schon bei jugendlichen Personen im Larvenzustande gebildet werden; wenn in diesem Zustande die Befruchtung stattfindet, werden von Larven wieder Larven derselben Form erzeugt. Wenn dann später dieselben Larven sich in die reife Form verwandelt haben und diese sich geschlechtlich in ihrer Form vermehrt, nennt man dies Doppelzeugung (Dissogonie); sie kommt bei vielen Nesseltieren, namentlich Medusen, vor. Wenn hingegen Larven sich durch unbefruchtete Eizellen vermehren und somit parthenogenetisch ihresgleichen erzeugen, nennt man dies Jugendzeugung (Paedogenesis); sie findet sich namentlich bei Plattentieren (Trematoden) und einzelnen Insekten (Larven von Cecidomyia und anderen Fliegen).

Bei sehr vielen niederen Tieren und Pflanzen wechselt regelmäßig eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche Generation miteinander ab. Unter den Protisten finden wir diesen „Generationswechsel" schon bei den Sporozoen; unter den Gewebpflanzen bei den Moosen und Farnen, unter den Gewebtieren bei den Nesseltieren, Plattentieren, Manteltieren u. a. Oft sind beide Generationen in bezug auf Gestalt

und Organisationshöhe sehr verschieden. So ist bei den Moosen die ungeschlechtliche Generation die sporenbildende Mooskapsel (Sporogonium), die geschlechtliche hingegen die Moospflanze mit Stengel und Blättern (Kulmus). Bei den Farnen ist umgekehrt der Kulmus sporenbildend und monogen, hingegen der thallusartige, einfache und kleine Vorkeim (Prothallium) sexuell differenziert. Bei den meisten Nesseltieren entsteht aus dem Ei der frei schwimmenden Meduse ein kleiner festsitzender Polyp, und dieser erzeugt durch Knospung wiederum Medusen, die geschlechtsreif werden. Bei den Manteltieren (Salpen) wechselt eine geschlechtliche soziale Form mit einer ungeschlechtlichen solitären Form ab; die Kettensalpen der ersteren sind kleiner und anders gestaltet, als die großen Einzelsalpen der letzteren, die durch Knospung wieder Ketten erzeugen. Diese besondere Form der Metagenese ist die erste, die beobachtet wurde, und zwar 1819 von dem Dichter Chamisso, bei Gelegenheit seiner Weltumsegelung. In anderen Fällen (z. B. bei dem nahe verwandten Doliolum) wechselt eine sexuelle Generation mit zwei (selten mehreren) neutralen ab. Die Erklärung dieser verschiedenen Formen des Generationswechsels geben die Gesetze der latenten Vererbung (Atavismus), der Arbeitsteilung und der Metamorphose, und vor allem das Biogenetische Grundgesetz.

Während bei der echten Metagenesis (dem Generationswechsel im engeren Sinne) die ungeschlechtliche Generation sich durch Knospung oder Sporenbildung vermehrt, geschieht dies bei der nahe verwandten Heterogenesis durch Jungfernzeugung (Parthenogenesis). Das ist namentlich bei vielen Gliedertieren ein Vorgang, der in kurzer Zeit eine Massenvermehrung der Art herbeiführt. Unter den Insekten sind die Blattläuse (Aphiden), unter den Krustazeen die Wasserflöhe (Daphniden) solche Gliedertiere, die sich in der warmen Jahreszeit massenhaft durch unbefruchtete „Sommereier" fortpflanzen; erst im Herbst treten vorübergehend Männchen auf, welche die grö-

ßeren „Wintereier" befruchten; im nächsten Frühjahr schlüpft aus den überwinterten Eiern die erste parthenogenetische Generation wieder hervor. Sehr verschieden sind beide heterogenetische Generationen bei den parasitischen Saugwürmern (Trematoden). Aus dem befruchteten Ei der hermaphroditen Distomen entstehen einfach gebaute Ammen (pädogenetische Larven!), in deren Innerem aus unbefruchteten Eizellen Zerkarien erzeugt werden; diese unternehmen Wanderungen und verwandeln sich später (innerhalb eines anderen Wohntieres) wieder in Distomen.

Als Strophogenesis (Generationsfolge) habe ich die verwickelten Verhältnisse der Zellenfortpflanzung beleuchtet, die wir in der Ontogenese der meisten höheren Histonen antreffen, ebenso der Phanerogamen wie der Coelomarien. Hier existiert kein eigentlicher Generationswechsel, da sich direkt aus der befruchteten Eizelle wieder der vielzellige gewebebildende Organismus entwickelt. Aber dieser Vorgang gleicht der Metagenesis insofern, als der ontogenetische Bildungsprozeß selbst auf oft wiederholter Zellteilung beruht. Zahlreiche Generationen von Zellen gehen durch Teilung aus der einen Stammzelle (— der befruchteten Eizelle —) hervor, ehe sich zwei von diesen Zellen wieder geschlechtlich differenzieren und eine „sexuelle Zellengeneration" bilden. Aber der wesentliche Unterschied liegt darin, daß alle diese Zellengenerationen — ebenso im Körper der Obertiere wie der Blumenpflanzen — vereinigt bleiben als Teile eines einzigen Bion (— eines einheitlichen „physiologischen Individuums" —); dagegen setzt sich bei dem Generationswechsel jeder Zeugungskreis aus mehreren Bionten zusammen, die als verschiedene Formen selbständig leben — oft so verschieden, daß sie früher als Tiere verschiedener Klassen betrachtet wurden, z. B. Polyp und Meduse. Man darf daher auch den Zeugungskreis der Phanerogamen nicht als Generationswechsel bezeichnen, obgleich er aus dem der Farne (durch abgekürzte Vererbung) entstanden ist.

Die Hypogenesis umfaßt alle einfachen Formen der

geschlechtlichen Fortpflanzung ohne Generationswechsel. Der Zeugungskreis verläuft als geschlossener Generationszyklus an einem und demselben Bion oder physiologischen Individuum, vom Ei bis zum Ei. Diese Art der Entwicklung ist die gewöhnliche bei den meisten höheren Tieren und Pflanzen; sie kann mit oder ohne Verwandlung (Metamorphosis) verlaufen. Die jugendlichen Zustände, die bei letzterer vorübergehend auftreten und durch den Besitz provisorischer (später verschwindender) Organe — Larvenorgane — sich von der geschlechtsreifen Form unterscheiden (z. B. die Kaulquappe vom Frosch, die Raupe vom Schmetterling) werden allgemein als Larven bezeichnet.

Für gewöhnlich scheinen nur Organismen einer und derselben Art geschlechtliche Verbindung einzugehen und fruchtbare Nachkommenschaft zu erzeugen. Früher galt diese Annahme sogar als ein wichtiges Dogma und diente zur Definition des unbestimmbaren Speziesbegriffes; man sagte: „Wenn zwei Tiere oder Pflanzen miteinander fruchtbare Junge erzeugen, gehören sie zu einer und derselben guten Art". Dieser Satz, der einstmals zur Stütze des Dogma von der Spezieskonstanz diente, ist längst hinfällig geworden. Wir wissen jetzt durch zahlreiche sichere Experimente, daß nicht nur zwei nahe verwandte Arten, sondern sogar zwei Arten verschiedener Gattungen unter Umständen sich geschlechtlich verbinden können, und daß die so erzeugten Bastarde (Hybridae) selbst wieder unter sich, oder mit einem der Eltern, fruchtbare Nachkommen erzeugen können. Indessen ist die Neigung zu dieser Bastardzeugung (Hybridismus) sehr verschieden und von den uns unbekannten Gesetzen der „sexuellen Affinität" abhängig. Diese geschlechtliche Wahlverwandtschaft muß in chemischen Eigenschaften des Plasma der beiden kopulierenden Zellen begründet sein, zeigt aber anscheinend eine große Unbestimmtheit in ihrer Wirkung. In der Regel zeigen Bastarde eine Mischung von den Merkmalen beider Eltern.

Goethe,

Zahlreiche neuere Versuche haben bewiesen, daß Bastarde kräftiger gebaut sein und sich stärker fortpflanzen können als reine Nachkommen, während reine Inzucht der letzteren meistens auf die Dauer nachteilig wirkt; Auffrischung des Blutes durch fremdes Blut ist von Zeit zu Zeit vorteilhaft. Es findet also gerade das Gegenteil von dem statt, was früher das Dogma von der Spezieskonstanz behauptete. Überhaupt ist die Hybridismusfrage für die Bestimmung des Speziesbegriffes ohne allen Wert. Wahrscheinlich sind viele sogenannte „gute Arten", die relativ konstante Merkmale besitzen, nichts weiter als beständige Bastarde. Besonders gilt das von niederen Seetieren, deren Geschlechtsprodukte, massenweis in das Meer entleert, in Milliarden durcheinander wimmeln. Da wir von verschiedenen Arten der Fische, Krebse, Seeigel, Vermalien wissen, daß ihre Bastarde sehr leicht durch künstliche Befruchtung zu erzielen und konstant zu erhalten sind, spricht nichts gegen die Annahme, daß auch im Naturzustande solche Hybriden beständig sich erhalten.

Die kurze Übersicht, die wir hier von den mannigfaltigen Formen der Fortpflanzung gegeben haben, genügt, um den außerordentlichen Reichtum dieses „„Lebenswunders" darzutun. Bei näherem Eingehen auf deren Einzelheiten ließen sich noch Hunderte von merkwürdigen Variationen dieses Prozesses, auf dem die Erhaltung der Arten beruht, unterscheiden. Das Wichtigste dabei ist aber die Tatsache, daß sich alle verschiedenen Formen der Tokogonie als zusammenhängende Glieder einer Kette nachweisen lassen. Die Stufen dieser langen Skala steigen von der einfachen Zellteilung der Protisten zu der Monogonie der Histonen, und von dieser zu der komplizierten Amphigonie der höheren Organismen ununterbrochen hinauf. Im einfachsten Falle, bei der Zellteilung der Moneren, ist die Vermehrung (durch einfache Querteilung) offenbar nichts weiter als transgressives Wachstum. Aber auch die Vorbereitung zur sexuellen Differenzierung, die Kopulation von

zwei gleichen Zellen (Gameten) ist eigentlich nichts anderes als eine besondere Form dieses Wachstums. Wenn dann die beiden Gameten durch Arbeitsteilung ungleich werden, wenn die größere träge Makrogamete Nahrungsvorräte in sich aufspeichert, die kleinere lebhaft bewegliche Mikrogamete die erstere schwimmend aufsucht, so ist damit schon der Gegensatz zwischen der weiblichen Eizelle und der männlichen Spermazelle ausgeprägt. Damit ist bereits das wesentlichste Merkmal der geschlechtlichen Zeugung gegeben.

Die Fortpflanzung der Organismen wird häufig als ein besonders rätselhaftes „Lebenswunder" angestaunt, als diejenige Lebenstätigkeit, welche die lebendigen Naturkörper am auffallendsten von den leblosen unterscheidet. Der Irrtum dieser dualistischen Auffassung wird klar, sobald man unbefangen die ganze Stufenleiter der verschiedenen Zeugungsformen, von der einfachsten Zellteilung bis zur verwickeltsten Form der geschlechtlichen Zeugung, im phylogenetischen Zusammenhang betrachtet. Überall stellt sich heraus, daß das überschüssige Wachstum (Crescentia transgressiva) den ersten Anlaß zur Entstehung neuer Individuen gibt. Dasselbe gilt aber auch für die Vermehrung der anorganischen Naturkörper, im großen für die Weltkörper, im kleinen für die Kristalle. Wenn eine rotierende Sonne durch stetigen Zuwachs von hineinstürzenden Meteoriten eine gewisse Grenze des Wachstums überschreitet, lösen sich im Äquator durch Zentrifugalkraft Nebelringe ab, die sich zu neuen Planeten formen. Auch jeder anorganische Kristall hat eine gewisse (— durch seine chemische und molekulare Konstitution bestimmte —) Grenze seines individuellen Wachstums; diese wird nicht überschritten, auch wenn man noch so viel Mutterlauge zuführt; vielmehr setzen sich dann neue Kristalle (Tochterkristalle) an die vorhandenen Mutterkristalle an. Auch die wachsenden Kristalle „vermehren sich".

Zwölftes Kapitel

BEWEGUNG

Mechanik des Plasma. Phoronomie. Flimmerbewegung. Muskelbewegung. Willensfreiheit.

Alle Dinge der Welt befinden sich in unaufhörlicher Bewegung: Universum perpetuum mobile! Nirgends herrscht wirkliche Ruhe; immer ist der Ruhezustand nur scheinbar oder relativ. Die Wärme selbst, die beständig wechselt, ist nichts als Bewegung. Im ewigen Kreislaufe der Weltkörper treiben sich die unzähligen Sonnen und Planeten rastlos im unendlichen Weltraum umher. Bei jeder chemischen Verbindung und Zersetzung bewegen sich die Atome, die kleinsten Massenteilchen, und die Moleküle, die sich aus den Atomen zusammensetzen. Der unaufhörliche Stoffwechsel der lebendigen Substanz ist mit beständiger Bewegung ihrer Massenteilchen, mit Aufbau und Zerfall der Plasmamoleküle verknüpft. Von allen diesen elementaren Bewegungen der Substanz sehen wir hier ab und beschränken uns auf eine kurze Betrachtung derjenigen Bewegungsformen, die dem organischen Leben eigentümlich sind, und auf eine Vergleichung derselben mit den entsprechenden Bewegungen der anorganischen Naturkörper.

Der Begriff der Bewegungslehre oder Mechanik wird gegenwärtig in sehr verschiedenem Sinne gebraucht: 1. in weitestem Umfange für die gesamte Weltanschauung, bald mit dem Monismus, bald mit dem Materialismus gleichbedeutend; 2. im engeren Sinne als die physische Bewegungslehre, die Wissenschaft von den Gesetzen des Gleichgewichts und der

Bewegung in der gesamten Natur (organische und anorganische); 3. im engsten Umfang als Teil der Physik, als Dynamik oder Lehre von den bewegenden Kräften (im Gegensatze zur Statik oder Gleichgewichtslehre); 4. im rein mathematischen Sinne, als Kinematik, als Teil der Geometrie, zur mathematischen Bestimmung der Bewegungsgrößen; 5. im biologischen Sinne, als Phoronomie, als Wissenschaft von den räumlichen Bewegungen der Organismen. Indessen haben diese verschiedenen Begriffsbestimmungen keineswegs allgemeine Anerkennung und praktische Geltung erlangt und werden oft vielfach verwechselt. Am zweckmäßigsten dürfte es sein, wie wir hier tun wollen, im Anschluß an Johannes Müller den Begriff der Phoronomie auf die Lehre von den vitalen Bewegungen zu beschränken, die ausschließlich den Organismen zukommen; im Gegensatze zur Kinematik, als der exakten Wissenschaft von den anorganischen Bewegungen aller Körper. Als reales materielles Objekt der Phoronomie tritt uns auch hier wieder zunächst das Plasma entgegen, als die „lebendige Substanz", die das materielle Substrakt aller aktiven Lebensbewegungen bildet.

Nach unserer monistischen Auffassung des organischen Lebens besteht dessen tiefstes Wesen allgemein in einem chemischen Prozeß, und dieser ist bedingt durch zusammenhängende Bewegungen der Plasmamoleküle und der sie zusammensetzenden Atome. Da wir diesen Stoffwechsel bereits im 10. Kapitel erörtert haben, beschränken wir uns hier auf den Hinweis, daß sowohl die allgemeinen Erscheinungen der molekularen Plasmabewegung, als deren besondere Richtung in den einzelnen Arten der Pflanzen und Tiere, im Prinzip auf jenen Chemismus zurückzuführen ist, mithin denselben Gesetzen der Mechanik unterliegt, wie alle chemischen Prozesse in organischen und anorganischen Naturkörpern. Wir betonen dabei unseren besonderen Gegensatz gegen den Vitalismus, der in der Richtung der Plasmabewegung den übernatürlichen Einfluß

der mystischen Lebenskraft oder der Dominantengespenster (Reinke) erblickt. Dagegen stimmen wir Ostwald bei, der auch diese verwickelten Bewegungen auf Energieumsatz im Plasma, d. h. in letzter Instanz auf Umwandlung chemischer Energie zurückführt. In bezug auf die sichtbaren Bewegungen der Lebewesen, die uns jetzt allein beschäftigen, müssen wir zunächst passive und aktive, und unter den letzteren reflexive und autonome unterscheiden.

Viele Bewegungserscheinungen an lebenden Organismen, die der Laie dem „Leben" selbst zuzuschreiben geneigt ist, sind rein passive und entweder durch äußere Ursachen bedingt, die nicht vom lebendigen Plasma ausgehen, oder durch die physikalische Beschaffenheit der organischen, aber nicht mehr lebendigen Substanz. Zu den rein passiven Bewegungen, die eine große Rolle in der Bionomie und Chorologie spielen, gehören die Strömungen des Wassers und Windes; sie rufen beträchtliche Ortsveränderungen und „passive Wanderungen" von Tieren und Pflanzen hervor. Rein physikalisch ist die sogenannte „Brownsche Molekularbewegung", die man im Plasma sowohl von toten als von lebendigen Zellen bei starker Vergrößerung beobachten kann. Wenn feinste Körnchen (z. B. feiner Kohlenstaub) in einer Flüssigkeit von bestimmter Konsistenz gleichmäßig verteilt sind, bewegen sie sich ununterbrochen zitternd oder tanzend umeinander; diese Bewegung der festen Körnchen ist passiv, bedingt durch die Stöße der unsichtbaren Moleküle der Flüssigkeit, die fortwährend aneinanderprallen. Bei den Rhizopoden, jenen merkwürdigen Protozoen, deren einzelliger Organismus so vieles Licht auf die dunkeln Geheimnisse der „Lebenswunder" wirft, beobachtet man eine auffällige „Körnchenströmung" am lebenden Plasma; im inneren Cytoplasma der Amoeben wandern Körnchen nach verschiedenen Richtungen hin und her; auf den langen dünnen Plasmafäden oder „Pseudopodien", die vom einzelligen Körper der Radiolarien und Thalamophoren ausstrahlen, bewegen

sich Tausende feiner Körnchen hin und her, wie Spaziergänger auf einer Landstraße. Diese Bewegung geht nicht von den passiven Körnchen aus, sondern von den aktiven unsichtbaren Molekülen des Plasma, die ihre Lage gegeneinander beständig verändern. Ebenso sind auch die Bewegungen der Blutzellen, die man im Blutstrome eines durchsichtigen jungen Fischchens oder im Schwanze der Froschlarve unter dem Mikroskope beobachten kann, nicht durch die Lebenstätigkeit der Blutzellen selbst bedingt, sondern durch den Blutstrom, dessen Ursache die Herztätigkeit ist.

Eine wichtige Rolle im Leben vieler Organismen, namentlich höherer Pflanzen, spielt diejenige physikalische Erscheinung, die man als Quellung oder Imbibition bezeichnet; sie beruht darauf, daß Wasser zwischen die Moleküle fester Körper (— von diesen durch „Molekularattraktion" angezogen —) eindringt und sie auseinander treibt. Dadurch wird das Volumen des festen Körpers vergrößert und werden Bewegungen hervorgerufen, die den Anschein vitaler Prozesse erwecken können. Bekanntlich ist die Energie solcher „quellender" Körper ganz gewaltig; so kann man durch Eintreiben eines in Wasser getauchten Holzkeils, der sich ausdehnt, große Steine und Felsblöcke spalten. Da gerade die Zellulosemembran der Pflanzenzellen diese „Quellungsfähigkeit" oder das Imbibitionsvermögen in hohem Maße besitzt (— ebenso an der lebendigen wie an der toten Zelle —), sind die dadurch bedingten Bewegungen von großer physiologischer Bedeutung. Besonders ist das der Fall, wenn die Quellung der Zellwand einseitig ist und eine Krümmung der Zelle hervorruft. Infolge ungleicher Spannung beim Austrocknen vieler Früchte springen dieselben auf und schleudern ihre Samen weit fort (z. B. beim Mohn, Löwenmaul usw.). Auch die Mooskapseln entleeren ihre Sporen infolge von Quellungskrümmung (der Zähne der Urnenmündung). Die hygroskopischen Früchte des Reiherschnabels (Erodium) sind in trockenem Zu-

stande schraubenförmig aufgerollt, in feuchtem Zustande gestreckt; sie werden daher als Hygrometer zur Konstruktion von „Wetterhäuschen" benutzt. Die sogenannten „Auferstehungspflanzen" (Anastatica, die „Rose von Jericho", und Selaginella lepidophylla), die in trockenem Zustande faustartig zusammengekrümmt sind, breiten ihre Blätter angefeuchtet flach aus (indem die Blätter auf der Innenseite stark quellen). Eine wirkliche „Wiedererweckung des Lebens" (— wie viele glauben —) findet dabei ebensowenig statt, wie bei der mythologischen „Auferstehung des Fleisches". Überhaupt sind diese „Quellungsphänomene" keine aktiven „Lebenserscheinungen"; sie sind vom lebenden Plasma unabhängig und lediglich durch die physikalische Beschaffenheit der toten Zellmembran bedingt.

Im Gegensatze zu diesen passiven Bewegungen der Organismen stehen die aktiven Bewegungen, die vom lebendigen Plasma ausgehen. Allerdings sind auch sie im letzten Grunde ganz ebenso auf physikalische Gesetze zurückzuführen, wie die ersteren. Allein ihre Ursachen liegen nicht so einfach und klar zutage; sie sind vielmehr an die verwickelten chemischen Molekularvorgänge im lebenden Plasma geknüpft, von deren physikalischer Gesetzmäßigkeit wir zwar überzeugt sind, deren komplizierten Mechanismus wir aber zurzeit noch nicht kennen. Wir können die zahlreichen verschiedenen Bewegungen, die so als vitale im engeren Sinne erscheinen, und die früher besonders als Beweise für die mystische „Lebenskraft" galten, in zwei Gruppen bringen, je nachdem der Reiz, dessen Empfindung die Bewegung hervorruft, direkt wahrnehmbar ist oder nicht. Im ersten Falle handelt es sich um sogenannte Reizbewegungen (reflexive oder paratonische Motionen), im letzteren Falle um sogenannte Willensbewegungen (autonome oder spontane Motionen). Da bei diesen letzteren der Wille scheinbar frei ist, werden sie von vielen Physiologen außer Betracht gelassen und in das „metaphysische" Gebiet der Psychologen ver-

wiesen. Nach unserer monistischen Überzeugung ist das ein schwerer Irrtum, den der sogenannte „Psychonomismus" nicht durch Berufung auf eine falsche (rein introspektive) Erkenntnistheorie entschuldigen kann. Vielmehr ist auch der bewußte Wille (— gleich der „bewußten Empfindung" —) ebenso ein physikalischer und chemischer Prozeß, wie die unbewußte oder unwillkürliche Bewegung (— gleich dem „unbewußten Gefühl" —). Beide sind in gleichem Maße dem allmächtigen „Substanzgesetze" unterworfen. Nur sind uns die äußeren Reize, welche die Reflexbewegungen hervorrufen, größtenteils bekannt und experimentell erforschbar — dagegen die inneren Reize, die dem Willen zugrunde liegen, größtenteils unbekannt und nicht direkt der Erforschung zugänglich; sie sind durch die komplizierte Struktur des Psychoplasma bedingt, die durch phylogenetische Prozesse im Laufe vieler Jahrmillionen allmählich erworben wurde.

So klar zunächst der Unterschied zwischen der willkürlichen (autonomen) und der unwillkürlichen (reflexiven) Bewegung im Prinzip erscheint, so wenig läßt er sich praktisch überall durchführen. Erstens können wir uns leicht überzeugen, daß beide Formen der Bewegung ohne scharfe Grenze ineinander übergehen (ähnlich wie bewußte und unbewußte Empfindung); dieselbe Handlung, die zuerst als bewußter Willensakt erscheint (z. B. beim Gehen, Sprechen usw.), kann im nächsten Moment als unbewußte Reflextat wiederholt werden. Zweitens gibt es viele und wichtige gemischte Bewegungen oder instinktive Motionen, bei denen der Anstoß (oder die Auslösung) teils durch innere, teils durch äußere Reize bedingt wird. Dahin gehören namentlich die wichtigen Wachstumsbewegungen.

Jeder Naturkörper, der wächst, dehnt sich aus, nimmt einen größeren Raum ein und führt also gewisse Bewegungen der Teilchen aus; das gilt ebenso für die anorganischen Kristalle wie für die lebenden Organismen. Aber wichtige Unterschiede

im Wachstum beider beruhen erstens darauf, daß die Kristalle durch äußere Anlagerung neuer Teilchen (Apposition) wachsen, die Zellen hingegen durch Aufnahme neuer Teilchen in das Innere des Plasma (Intussuszeption; vgl. Kapitel 10). Zweitens wirken beim Wachstum, das die ganze Gestaltung des Organismus bedingt, stets zwei wichtige Faktoren zusammen, der innere Reiz, der auf der spezifischen chemischen Konstitution der Art oder Spezies beruht und durch Vererbung übertragen ist, und der äußere Reiz, der unmittelbar durch Licht, Wärme, Schwere und andere physikalische Bedingungen der umgebenden Außenwelt gegeben ist und die Anpassung bedingt.

Eine besondere Eigentümlichkeit vieler vitaler Bewegungserscheinungen (— aber durchaus nicht aller! —) ist die bestimmte Richtung derselben; man bezeichnet sie vielfach als „zielbewußte". In teleologischem Sinne aufgefaßt, bildet sie einen der beliebtesten und gewichtigsten Beweisgründe für die dualistische Naturbetrachtung des alten und des neuen Vitalismus. Besonders hat so Baer die „Zielstrebigkeit" aller Lebensbewegung betont. Einen bestimmteren Ausdruck hat ihr neuerdings Reinke (l. c.) gegeben. Seine „Dominanten" sind „intelligente Richtkräfte", prinzipiell verschieden von allen Energieformen oder Naturkräften und dem Substanzgesetze nicht unterworfen. Diese metaphysischen „Lebensgeister" sind gleichbedeutend mit den unsterblichen „Seelen" in der dualistischen Psychologie oder mit den „Emanationen Gottes" in der älteren Theosophie; sie sollen nicht allein die besondere Entwicklung und Gestaltung jeder Tier- und Pflanzenart regeln und nach einem vorbestimmten Ziele hinlenken, sondern auch alle einzelnen Bewegungen des Organismus und seiner Organe bis zu den Zellen herab bestimmen. Diese „hyperenergetischen Kräfte" sind gleichbedeutend mit dem „organisierenden Prinzip" und dem „unbewußten Willen" von Eduard Hartmann, den „ordnenden, das Protoplasma be-

herrschenden Kräften" von Hanstein u. a. Alle diese metaphysischen, supranaturalistischen und teleologischen Vorstellungen, ebenso die älteren mystischen Ideen von der besonderen „Lebenskraft" beruhen darauf, daß die urteilende Vernunft durch die scheinbare Willensfreiheit und die zweckmäßige Organisation der höheren Organismen geblendet wird. Dabei wird die Tatsache übersehen, daß jene Zielstrebigkeit aus den einfachen physikalischen Bewegungen niederer Organismen phylogenetisch entstanden ist. Anderseits wird die bestimmte „Richtung der anorganischen Energieformen" übersehen oder geleugnet, und doch ist diese ebenso offenbar in der Entstehung jedes Kristalls wie in der Komposition des ganzen Weltgebäudes, in der Windrichtung wie in dem Planetenkreislauf. Es ist daher wichtig, diese beiden Formen der mechanischen Energie stets im Auge zu behalten, und ihre Wesenseinheit mit der vitalen Bewegungsrichtung zu betonen.

Die Massenbewegung, die im einfachen chemischen Körper bei der Kristallbildung wirksam ist, zeigt ebenso eine ganz bestimmte Richtung wie diejenige, die im Plasma bei der Zellbildung sich äußert. In dieser wie in anderer Beziehung war der Vergleich der Zelle mit dem Kristall, den schon die Gründer der Zellentheorie, Schleiden und Schwann, 1838 aufstellten, durchaus berechtigt, obwohl er in anderer Hinsicht nicht zutreffend war. Wenn der Kristall in einer Mutterlauge sich bildet, ordnen sich die gleichartigen Teilchen der chemischen Substanz in ganz bestimmter Richtung und Zusammenlagerung, so daß mathematisch bestimmte Symmetrieebenen und Axen im Inneren, Kanten und Winkel an der Oberfläche entstehen. Die neuere Kristallographie unterscheidet danach gewöhnlich sechs verschiedene „Kristallsysteme". Unter verschiedenen Bedingungen kann aber auch eine und dieselbe Substanz in zwei oder sogar drei verschiedenen Systemen kristallisieren (Dimorphismus und Trimorphismus der Kristalle); so kristallisiert z. B. der kohlensaure

Kalk als Kalkspath im hexagonalen, als Arragonit im rhombischen System.

Wenn wir unter dem Begriffe der Kosmokinese die Gesamtheit der Bewegungen der Himmelskörper im Weltraum zusammenfassen, so können wir eine bestimmte Richtung derselben im Einzelnen nicht leugnen, wenn uns auch ihre näheren Verhältnisse teilweise noch unbekannt sind. Wir berechnen und kennen die Abstände und Geschwindigkeiten sowie die Bewegungsrichtung der kreisenden Planeten um unsere Sonne mathematisch genau; wir schließen aus unseren astronomischen Beobachtungen und Berechnungen, daß eine gleiche Gesetzmäßigkeit auch die Bewegungen der zahllosen übrigen Weltkörper im unendlichen Weltraum beherrscht. Aber wir kennen weder den ersten Anstoß zu diesen verwickelten Bewegungen noch ihr endliches Ziel. Nur können wir aus den großartigen Entdeckungen der modernen Physik, gestützt auf die Spektralanalyse und die Photographie des Himmels, den Schluß ziehen, daß das universale Substanzgesetz einerseits, das Entwicklungsgesetz des ewigen „Werdens und Vergehens" anderseits die bewegliche Gesellschaft der riesigen Himmelskörper gerade so beherrscht wie das lebendige Gewimmel der winzigen Organismen, die unseren kleinen Planeten Erde seit Jahrmillionen bewohnen.

Die mannigfache Abstufung der Lebensbewegungen, die uns in den höheren Organismen überall entgegentritt, findet sich schon innerhalb des Protistenreiches ausgeprägt. Von größtem Interesse sind hier zunächst wieder die Chromazeen, als die einfachsten Formen der vegetalen Moneren, und die Bakterien, die wir als die entsprechenden, durch Metasitismus aus ihnen hervorgegangenen Formen der animalen Moneren betrachten. Da bei diesen „kernlosen Urzellen" mikroskopisch eine „zweckmäßige Organisation" nicht nachzuweisen ist, und verschiedene Organe in ihrem homogenen Plasmakörper nicht wahrnehmbar sind, müssen wir auch ihre Bewegungen als

unmittelbare Wirkungen ihrer chemischen Molekularstruktur betrachten. Dasselbe gilt aber auch für sehr viele kernhaltige Zellen, sowohl unter den Protophyten als unter den Protozoen; nur sind hier die Verhältnisse deshalb nicht so einfach, weil bei der indirekten Zellteilung sowohl der Zellkern selbst als der umgebende Zellenleib verwickelte feinere Bewegungsvorgänge im Plasma erkennen lassen (Karyokinese). Von diesen abgesehen, ist aber bei vielen einzelligen Wesen (z. B. Paulotomeen, Kalkocyteen) nichts wahrzunehmen, was als „vitale Bewegung" zu deuten wäre. Auf der Grenze zwischen organischer und anorganischer Natur stehen auch in bezug auf die Bewegungserscheinungen die einfachsten Formen der Chromazeen, die Chrookokkazeen. Nur die geringen Formveränderungen, die bei der Vermehrung derselben durch Teilung eintreten, lassen bei diesen strukturlosen Plasmakugeln die Lebensbewegung direkt wahrnehmen. Die inneren Molekularbewegungen der lebendigen Substanz, die den einfachen plasmodomen Stoffwechsel und ihr Wachstum bewirken, entziehen sich unseren Blicken.

Die große Mehrzahl der Protisten erscheint individuell in Gestalt einer echten, kernhaltigen Zelle. Hier lassen sich also schon zwei verschieden gerichtete Bewegungsformen im einzelligen Organismus unterscheiden, innere im Karyoplasma des Zellkerns, äußere im Cytoplasma des Zellenleibes; beide treten in innige Wechselbeziehung während der merkwürdigen partiellen Kernlösung (Karyolyse). Bei dieser Umbildung und teilweisen Lösung ihrer Formbestandteile beobachten wir während der indirekten Zellteilung verwickelte, ihrer Bedeutung nach uns nur unvollkommen bekannte Bewegungen, die sowohl von den Chromatinkörnern als den Achrominfäden ausgeführt werden, und die man unter dem Begriffe der Kernbewegung (Karyokinese) zusammengefaßt hat; sie werden neuerdings rein physikalisch zu deuten gesucht. Dasselbe gilt von den inneren „Plasmaströmungen", wie sie sowohl in den

Plasmodien der Amoeben und Myzetozoen als im Endoplasma vieler Protophyten und Protozoen zu beobachten sind.

Die langsamen Verschiebungen der Plasmamoleküle, die diesen inneren Plasmabewegungen zugrunde liegen, veranlassen weiterhin an einfachen nackten Zellen auch vielfach äußere Formveränderungen; an ihrer Oberfläche treten wechselnde, Lappen oder Fingern ähnliche Fortsätze hervor, die Lappenfüßchen. Da sie an den gemeinen Amoeben (nackten kernhaltigen Zellen einfachster Art) am besten zu beobachten sind, bezeichnet man sie als amoeboide Bewegungen. An sie schließt sich die wechselvolle Bewegung der größeren Rhizopoden an, der Radiolarien und Thalamophoren. Hier strahlen Hunderte feiner Fäden von der Oberfläche des nackten Plasmakörpers aus; auch die wechselvolle Bildung dieser Scheinfüßchen (Pseudopodia), ihre Verästelung und Netzbildung (— ohne bestimmte Richtung! —), wird von neueren genauen Kennern der Rhizopoden, wie Bütschli, Richard Hertwig, Rhumbler u. a., auf rein physikalische Ursachen zurückzuführen gesucht.

Schwieriger ist dies schon bei den höchst differenzierten Protozoen, bei den Infusorien; hier erreicht die freie Ortsbewegung des einzelligen Urtieres eine größere Vollendung dadurch, daß konstante haarförmige Fortsätze (einzelne lange Geißeln bei den Flagellaten, viele kurze Wimpern bei den Ziliaten) aus der Zellenoberfläche hervortreten und durch abwechselnde Zusammenziehung (Kontraktion) und Ausdehnung (Expansion) in ähnlicher Weise bewegt werden, wie die Gliedmaßen, Tentakeln und Beine bei den höheren Tieren. Die anscheinende Willkür und die mannigfaltige Modulation in den wechselnden Bewegungen dieser Zellenfüßchen gleicht bei vielen Infusorien so sehr den autonomen Willensbewegungen bei Metazoen, daß gerade aus diesem Grunde viele Infusorienforscher eine individuelle (— sogar bewußte —) Zellseele bei ihnen annehmen. Der Unterschied in den mannigfaltigen motorischen Le-

bensäußerungen ist also schon innerhalb des Protistenreiches sehr bedeutend. Einerseits schließen sich die niedersten Moneren (Chromazeen) unmittelbar an die anorganischen Erscheinungen an. Anderseits zeigen die höchst entwickelten Infusorien (Ciliaten) in ihren differenzierten und autonomen Bewegungen so viel Ähnlichkeit mit höheren Tieren, daß man ihnen ebensogut wie diesen einen „freien Willen" zuschreiben könnte. Auch hier existiert keine scharfe Grenze.

Bei einem großen Teile der höheren Protozoen entwickeln sich bereits differenzierte Bewegungsorgane, die den Muskeln der Metazoen vergleichbar sind. Im Cytoplasma sondern sich fadenförmige, kontraktile Gebilde, die gleich den Muskelfäserchen oder Myofibrillen der Metazoen die Fähigkeit besitzen, sich in einer bestimmten Richtung zusammenzuziehen und wieder auszudehnen. Solche Myophaene oder Myonemen bilden bei vielen Infusorien, sowohl Ciliaten als Flagellaten, eine besondere dünne Schicht von parallel gelagerten oder gekreuzten Fasern unterhalb des Exoplasma oder der hyalinen Hautschicht der Zelle. Die metabolische Körperform der Infusionstierchen kann durch ihre autonome Kontraktion vielfach verändert werden. Eigentümliche Myophaene sind die Myophrisken der Akantharien, kontraktile Fäden, welche die Radialstacheln dieser Radiolarien in Kränzen umgeben. Sie setzen sich an ihrer äußeren Gallerthülle, dem Kalymma an und bewirken durch ihren Zug dessen Ausdehnung, mithin eine Verminderung des spezifischen Gewichts.

Viele im Wasser lebende Protophyten und Protozoen besitzen die Fähigkeit autonomer oder selbständiger Ortsbewegung, und oft erweckt diese den Anschein der Willenstätigkeit. Zu den einfachsten Urtieren des süßen Wassers gehören die Arzellinen oder Thekolobosen (Difflugia, Arcella), kleine Rhizopoden, die sich von den nackten Amoeben durch den Besitz einer festen Schale auszeichnen. Gewöhnlich kriechen sie im Schlamme des Bodens umher;

unter Umständen steigen sie aber auch an die Oberfläche des Wassers empor. Wie Wilhelm Engelmann gezeigt hat, bewirken sie die hydrostatische Bewegung mittelst einer kleinen Blase von Kohlensäure, die ihren einzelligen Körper gleich einem Luftballon ausdehnt; das spezifische Gewicht des Zellenleibes, der an sich schwerer als Wasser ist, wird dadurch genügend herabgesetzt. In ähnlicher Weise steigen die zierlichen Radiolarien, die schwebend (als Plankton) in verschiedenen Tiefen des Meeres leben, in demselben auf und nieder. Ihr einzelliger (ursprünglich kugeliger) Körper wird durch eine Membran in eine innere feste Zentralkapsel und eine äußere weiche Gallerthülle geschieden. Letztere, als Kalymma bezeichnet, ist von vielen Wasserbläschen oder Vakuolen durchsetzt. Infolge osmotischer Prozesse kann in diesen Vakuolen Kohlensäure abgesondert oder reines Wasser (ohne die Salze des Meerwassers) imbibiert werden; dadurch wird das spezifische Gewicht der Zelle vermindert, und sie steigt zur Oberfläche empor. Wenn sie wieder sinken und sich schwerer machen will, platzen die Vakuolen und entleeren ihren leichteren Inhalt. Diese hydrostatischen Bewegungen der Radiolarien (für welche bei den Akantharien sich die Myophrisken als noch kompliziertere Einrichtungen entwickelt haben) erreichen mit einfachen Mitteln denselben motorischen Zweck, der bei den Siphonophoren und Fischen durch die luftgefüllte, willkürlich zusammendrückbare Schwimmblase erreicht wird.

In sehr eigentümlicher Weise verändert eine Anzahl von Einzelligen ihre Lage dadurch, daß sie an einer Seite ihres Körpers einen zähen Schleim absondern und diesen an der Unterlage festkleben. Indem die Sekretion fortdauert, entsteht ein längerer Gallertstiel, an dem sich die Zelle langsam gleitend fortschiebt, ähnlich wie ein Boot mittelst einer Ruderstange. Unter den Protophyten zeigen diese sekretorische Ortsbewegung viele Desmidiazeen und Diatomeen, unter den Protozoen einige Gregarinen

und Rhizopoden. Auch die eigentümlichen schwankenden Bewegungen der Oszillarien (— fadenförmige Ketten von blaugrünen, kernlosen Zellen, den Chromazeen nächst verwandt —) werden durch Schleimsekretion bewirkt. Dagegen ist es von den gleitenden Bewegungen vieler Diatomeen wahrscheinlich, daß sie durch feine Fortsätze (Flimmerhärchen?) des Plasma bewirkt werden, die entweder aus der Naht (Raphe) der zweiklappigen Kieselschale oder durch deren feine Poren hervortreten.

Besonders wichtig für leichte und schnelle Ortsbewegung vieler Einzelligen ist die Bildung von feinen haarförmigen Fortsätzen an der Oberfläche ihres Körpers; man bezeichnet sie im weitesten Sinne als Flimmerhaare (Vibratoria). Wenn nur wenige lange, peitschenartige Fäden vortreten, nennt man sie Geißeln (Flagella), zahlreiche kurze hingegen Wimpern (Ciliae). Geißelbewegung findet sich schon bei einem Teile der Bakterien, besonders aber bei den mastigophoren „Geißelinfusorien"; bei den Mastigoten unter den Protophyten, bei den Flagellaten unter den Protozoen. Gewöhnlich entspringen hier ein oder zwei, selten mehr, lange und sehr dünne peitschenförmige Fortsätze aus einem Pole der Längsaxe des eiförmigen, rundlichen oder langgestreckten Zellkörpers. Diese Peitschen oder Geißeln (Flagella) werden (— anscheinend oft willkürlich —) in verschiedener Weise schwingend bewegt und dienen nicht allein zum Schwimmen oder Kriechen, sondern auch zum Fühlen und Ergreifen der Nahrung. Ähnliche Geißelzellen kommen aber auch im Körper von Gewebtieren weit verbreitet vor, gewöhnlich in einer ausgedehnten Schicht an der inneren oder äußeren Oberfläche dicht aneinander gelagert (Geißelepithelien). Wenn sich einzelne Geißelzellen aus diesem Verbande lösen, können sie eine Zeitlang selbständig weiter leben, ihre Bewegungen fortsetzen und freien Geißelinfusorien gleichen. Dasselbe gilt von den Schwärmsporen vieler Algen und von den merkwürdigsten aller Geißelzellen, den Spermien oder Samen-

körperchen der Tiere und Pflanzen. Sie gleichen meistens einer Stecknadel, indem ein rundliches, meist eiförmiges oder birnförmiges, oft auch stabförmiges Köpfchen in einen langen und dünnen Faden ausläuft. Als man ihre lebhaften wimmelnden Bewegungen in dem schleimartigen männlichen Samen des Menschen (— von dem jedes Tröpfchen Millionen enthält —) vor 200 Jahren zuerst entdeckte, hielt man sie wirklich für selbständige Tiere, gleich den Infusorien, und gab ihnen den Namen „Samentierchen" (Spermatozoa). Erst viel später brach sich die Erkenntnis Bahn, daß sie abgelöste Drüsenzellen sind, deren Aufgabe in der Befruchtung der Eizelle besteht. Zugleich ergab sich, daß ähnliche Flimmerzellen auch bei vielen Pflanzen vorkommen (Algen, Moosen und Farnen). Manche von diesen letzteren (z. B. die Spermatozoiden der Zykadeen) besitzen statt weniger langer Geißeln zahlreiche kurze Wimpern (Ciliae) und gleichen den höher entwickelten Wimperinfusorien (Ciliata).

Die Wimperbewegung der Ciliaten erscheint deshalb als die vollkommenere Form der Flimmerbewegung, weil die zahlreichen kurzen Wimperhaare von den Wimperinfusorien bereits zu verschiedenen Zwecken gebraucht werden und demgemäß durch Arbeitsteilung verschiedene Formen angenommen haben. Die einen Cilien werden zum Laufen oder Schwimmen benutzt, andere zum Greifen und Tasten usw. In sozialen Verbänden treten die Wimperzellen im Wimperepithel höherer Tiere auf, z. B. in der Lunge, Nasenhöhle, Eileiter der Wirbeltiere.

Während bei den einzelligen, keine Gewebe bildenden Protisten alle vitalen Bewegungen unmittelbar als aktive Funktionen des Plasma der einzelnen Zelle erscheinen, sind dieselben dagegen bei den Histonen, den vielzelligen und gewebebildenden Organismen, das Resultat der vereinigten Bewegungen der zahlreichen Zellen, die das Gewebe zusammensetzen. Eine genaue anatomische Untersuchung und experimentelle physiologische Prüfung der motori-

schen Prozesse hat daher bei den Histonen zunächst wieder die Natur und Tätigkeit der besonderen, zum Gewebe verbundenen Zellen zu untersuchen, sodann aber die Struktur und die Funktionen des Gewebes selbst. Wenn wir von dieser Erwägung ausgehend die mannigfaltigen aktiven Bewegungserscheinungen der Histonen im Ganzen überblicken, so ergibt sich eine prinzipielle Übereinstimmung der Phoronomie in den beiden Reichen der Metaphyten und Metazoen insofern, als auf den niederen Stufen der chemische und physikalische Charakter der motorischen Prozesse klar ersichtlich und auf Energieumsätze im Plasma der konstituierenden Zellen der Gewebe zurückzuführen ist. Auf den höheren Stufen dagegen ergeben sich auffällige Unterschiede, insofern bei den höheren Tieren der willkürliche Charakter vieler autonomer Bewegungen auffällig hervortritt und daher das große „Welträtsel" der Willensfreiheit — als ein angeblich „metaphysisches" Problem der Psychologie! — zu den rein physiologischen Fragen der Reizbewegung, der Wachstumsbewegung usw. hinzutritt.

Außerdem zeigen die Gewebtiere, infolge der höheren Differenzierung ihrer Sinnesorgane und der Zentralisation ihres Nervensystems, viel größere Mannigfaltigkeit und Komplikation in ihren Bewegungen als die Gewebpflanzen. Die ersteren besitzen meistens freie Ortsbewegung, die letzteren nicht. Auch der spezielle Mechanismus der Bewegungsorgane ist in beiden Gruppen vielfach verschieden. Die wichtigsten motorischen Organe sind bei den meisten Gewebtieren die Muskeln, die das Vermögen der bestimmt gerichteten Kontraktion und Expansion im höchsten Maße ausgebildet haben. Bei den meisten Gewebpflanzen hingegen beruht der größte Teil der Bewegungen auf der Spannung des lebendigen Plasma, dem sogenannten Turgor oder der „Schwellkraft der Pflanzenzelle". Dieser wird durch den osmotischen Druck der inneren Zellflüssigkeit und die Elastizität der dadurch ausgedehnten Zellu-

losewand bewirkt. Indessen sind die beiden Fälle — ebenso wie bei allen „vitalen Erscheinungen — in letzter Instanz chemische Energieumsätze im aktiven Plasma als die wahre Ursache der „wunderbaren" Lebenserscheinung anzusehen.

Die Gewebpflanzen sind — mit wenigen Ausnahmen — zeitlebens am Boden festgewachsen, oder nur in frühester Jugend kurze Zeit frei beweglich; sie gleichen darin den niederen Gewebtieren, den Spongien, Polypen, Korallen, Bryozoen u. a. Mithin entbehren sie der freien Ortsbewegung. Die Bewegungserscheinungen, die wir an ihnen wahrnehmen, betreffen einzelne Körperteile oder Organe. Dieselben sind zum größten Teile reflektiv oder paratonisch, durch äußere Reize hervorgerufen. Nur wenige höhere Pflanzen zeigen außerdem noch autonome oder spontane Bewegungen, deren reizende Ursache uns unbekannt ist und die man den angeblich „freien" Willenshandlungen der höheren Tiere vergleichen kann. Die seitlichen Fiederblättchen einer indischen Schmetterlingsblume (Hedysarum gyrans) bewegen sich ohne äußeren Anlaß kreisend durch die Luft, gleich zwei schwingenden Armen; in ein paar Minuten ist ein Umlauf vollendet. Schwankungen der Lichtstärke sind darauf ohne Einfluß. Dagegen werden ähnliche spontane Bewegungen der Blätter von einigen Arten des Klees (Trifolium) und des Sauerklees (Oxalis) nur im Dunkeln, nicht im Lichte ausgeführt. Das Endblättchen des Wiesenklees wiederholt seine Schwingungen, die oft mehr als 120 Bogengrade betragen, alle 2—4 Stunden. Die mechanische Ursache dieser spontanen sogenannten „Variationsbewegungen" scheint in Turgor-Schwankungen zu liegen.

Während derartige freiwillige und autonome Turgeszenzbewegungen nur bei wenigen höheren Gewebpflanzen zu beobachten sind, erscheinen dagegen Reizbewegungen, die durch denselben Mechanismus bewirkt werden, im Pflanzenreiche weit verbreitet. Dazu gehören namentlich die bekannten Schlafbe-

wegungen oder die nyktitropischen Motionen zahlreicher Pflanzen. Viele Blätter und Blüten stellen ihre Spreite senkrecht zu den einfallenden Sonnenstrahlen; bei eintretender Dunkelheit legen sie sich zusammen, die Blumenkelche schließen sich. Manche Blumen sind sogar nur zu gewissen Stunden des Tages geöffnet, meist geschlossen. Der Mechanismus der Turgorschwankung, der diese Schwellbewegungen veranlaßt, beruht auf dem Zusammenwirken des osmotischen Druckes der inneren Zellflüssigkeit und der Elastizität der gespannten, das Cytoplasma äußerlich umschließenden Zellmembran. Die Spannung der äußeren Zellulosemembran und des ihr innen anliegenden plasmatischen Primordialschlauchs wächst durch Eintritt osmotisch wirksamer Stoffe so sehr, daß der Innendruck mehrere Atmosphären beträgt und die elastisch gespannte Membran um 10—20 Prozent ausdehnt. Wenn einer solchen geschwellten oder turgeszenten Zelle wieder Wasser entzogen wird, zieht sich die Membran zusammen; die Zelle wird kleiner und das Gewebe schlaffer. Wie der Lichtreiz, so können auch andere Reize (Wärme, Druck, Elektrizität) solche Turgorschwankungen und infolge derselben bestimmte Reflexbewegungen (oder „paratonische Variationsbewegungen") hervorrufen. Die auffälligsten und bekanntesten Beispiele sind die fleischfressenden Fliegenfallen (Dionaea muscipula) und die empfindlichen Sinnpflanzen (Mimosa pudica); mechanische Reize, Erschütterung, Druck oder Berührung der Blätter bewirken ihr Zusammenlegen.

Die meisten höheren Tiere besitzen das Vermögen der freien und willkürlichen Ortsbewegung. Indessen fehlt dasselbe noch vielen niederen Klassen, die den größten Teil des Lebens hindurch am Boden der Gewässer befestigt sitzen, gleich den Pflanzen. Diese wurden daher auch früher für „Gewächse" gehalten, so die Schwämme (Spangiae), die Polypen und Korallen unter den Niedertieren. Aber auch einzelne Klassen der Obertiere haben sich der festsitzenden

Lebensweise angepaßt, so die Moostiere (Bryozoa) und die Spiralkiemer (Spirobranchia) unter den Vermalien; ferner viele Muscheln (Austern u. a.), die Aszidien unter den Manteltieren, die Seelilien (Crinoidea) unter den Sterntieren, ja sogar hoch organisierte Gliedertiere, wie die Röhrenwürmer (Tubicolae) unter den Anneliden, die Rankenkrebse (Cirripedia) unter den Krustazeen. Alle diese festgewachsenen Gewebtiere sind in frühester Jugend frei beweglich und schwimmen als Gastrula oder in einer anderen Larvenform im Wasser umher. Sie haben sich erst nachträglich an die festsitzende Lebensweise gewöhnt und haben infolge dieser Anpassung bedeutende Veränderungen, oft sehr starke Rückbildungen erlitten, z. B. Verlust der höheren Sinnesorgane, der Beine, ja sogar des ganzen Kopfes. Sehr klar hat dies Arnold Lang in seiner vortrefflichen Abhandlung über den Einfluß der festsitzenden Lebensweise auf die Tiere (Jena 1888) gezeigt. Die Vergleichung dieser regressiven Metamorphosen ist sehr wichtig für die Theorie der progressiven Vererbung und der Selektion; sie bezeugt zugleich den hohen Wert, den die freie Ortsbewegung für die höhere sinnliche und intellektuelle Entwicklung der Tiere und des Menschen besitzt.

Bei vielen niederen, im Wasser lebenden Gewebtieren ist die Körperoberfläche von Flimmerepithel bedeckt, d. h. von einer Schicht Deckzellen, die entweder eine lange schwingende Geißel oder mehrere kurze Wimpern tragen. Das Geißelepithel findet sich vorzugsweise bei Nesseltieren und Schwammtieren; das Wimperepithel hingegen bei Wurmtieren und Weichtieren. Da durch die schlagenden Bewegungen der Geißeln oder Wimpern beständig ein frischer Wasserstrom über die Körperoberfläche geleitet wird, vermitteln sie in erster Linie die Atmung durch die Haut. Aber bei vielen kleineren Metazoen dienen sie zugleich zur Ortsbewegung, so bei den Gastraeaden, bei den Strudelwürmern (Turbellaria), den Rädertieren (Rotatoria), den Schnurwürmern (Nemertina)

und den jugendlichen Larven vieler anderer Gewebtiere. Am höchsten ausgebildet ist der Flimmerapparat bei den Kammquallen (Ctenophora). Der äußerst zarte und weiche Körper dieser gurkenförmigen Nesseltiere wird im Wasser langsam schwimmend umhergetrieben durch die Schläge von tausend kleinen Ruderplättchen; diese sitzen in acht Meridianreihen, die vom Munde gegen den Scheitelpol ziehen. Jedes Ruderplättchen besteht aus den verklebten langen Geißelhaaren einer Gruppe von Epithelzellen.

Die wichtigsten Bewegungsorgane der Gewebtiere sind die Muskeln, die das eigentliche „Fleisch" bilden. Das Muskelgewebe besteht aus kontraktilen Zellen, d. h. aus Zellen, deren ausschließliche Tätigkeit die Zusammenziehung oder Kontraktion ist. Indem sich die Muskelzelle zusammenzieht oder kontrahiert, wird sie kürzer, während gleichzeitig ihr Dickendurchmesser zunimmt. Dadurch werden zwei Körperteile näher gebracht, an denen ihre Enden befestigt sind. Bei den niederen Gewebtieren zeigen die Muskelzellen gewöhnlich keinerlei besondere Struktur; bei den höheren dagegen erfährt das kontraktile Plasma eine eigenartige Differenzierung, die unter dem Mikroskope als „Querstreifung" der langgestreckten Zelle erscheint. Danach unterscheidet man diese „quergestreiften Muskeln" von jenen einfachen „glatten Muskeln". Je energischer, rascher und bestimmter sich die Kontraktionen des Muskels wiederholen, desto schärfer tritt der Charakter der „Querstreifung" hervor, desto mehr setzen sich die doppelt lichtbrechenden Muskelteilchen von den einfach lichtbrechenden ab. Der quergestreifte Muskel „ist die vollendetste Dynamomaschine, die wir kennen" (Verworn). Das normale Herz eines Mannes leistet nach Zuntz an jedem Tage ungefähr eine Arbeit von 20000 Kilogramm-Meter, d. h. eine Energie, die genügend wäre, ein Gewicht von 20000 Kilogramm einen Meter hoch zu heben. Bei manchen fliegenden Insekten (z. B. Mücken) führen die Flügelmuskeln in einer Sekunde 300—400 Kontraktionen aus.

Bei den niederen und älteren Klassen der Gewebtiere beschränkt sich die Muskulatur auf eine dünne Fleischplatte, die sich unter der Hautdecke ausbreitet. Dieser „Hautmuskelschlauch" besteht aus Muskelzellen, die ursprünglich aus dem Ektoderm hervorwachsen, als innere kontraktile Fortsätze der Hautzellen selbst; so bei den Polypen. In anderen Fällen entwickeln sich Muskelzellen aus den Bindegewebszellen des Mesoderms, des mittleren Keimblattes; so bei den Ctenophoren. Diese Mesenchymmuskulatur ist weniger verbreitet, als jene Epithelialmuskulatur. Bei den meisten skelettlosen Wurmtieren (Vermalia) sondert sich die subdermale Muskulatur bereits in zwei Schichten, eine äußere Lage von Ringmuskeln und eine innere Schicht von Längsmuskeln; letztere zerfallen bei den zylindrischen Rundwürmern (Nematoden, Sagitten u. a.) in vier parallele Längsbänder, ein Paar obere (dorsale) und ein Paar untere (ventrale) Längsmuskelbänder. An denjenigen Stellen des Körpers, die vorzugsweise zur Ortsbewegung benutzt werden, entwickelt sich die Muskulatur stärker, so bei den kriechenden Strudelwürmern und Mollusken an der Bauchfläche. Diese Sohle entwickelt sich zu einem fleischigen „Fuße" (Podium); sie nimmt in den verschiedenen Klassen der Weichtiere mannigfaltige Formen an. Bei den meisten Schnecken, die auf festem Boden kriechen, wird sie zu einem fleischigen „Plattfuß" (Gasteropoda); bei den Muscheln, die den weichen Bodenschlamm pflugähnlich durchschneiden, zu einem scharfen „Beilfuß" (Pelecypoda). Die Kielschnecken (Heteropoda) schwimmen mittelst eines „Kielfußes", der ähnlich der Schraube eines Dampfschiffes arbeitet; die Flossenschnecken (Pteropoda) schwimmen flatternd (ähnlich fliegenden Schmetterlingen) mit Hilfe von ein paar Kopflappen, die aus Seitenteilen des vorderen Fußabschnittes entstanden. Bei den höchst entwickelten Mollusken endlich, den Kraken oder Tintenfischen (Cephalopoda) spaltet sich dieser Vorderfuß in vier oder fünf Paar Lappen, die sich

zu langen und sehr muskulösen „Kopfarmen" ausbilden; die zahlreichen, kräftigen Saugnäpfe auf den letzteren erhalten wieder ihre besondere Muskulatur. Bei allen diesen ungegliederten Weichtieren und Wurmtieren fehlen harte Skeletteile entweder ganz, oder sie besitzen (wie die äußeren Kalkschalen der Mollusken) noch keine funktionelle Beziehung zu den bewegenden Muskeln. Anders verhalten sich diejenigen höheren Tiere, bei denen diese Beziehung zu einem festen gegliederten Skelett sich entwickelt, und wo letzteres zu einem passiven Bewegungsapparat sich gestaltet.

Diejenigen höheren Gruppen des Tierreiches, bei denen ein charakteristisches festes Skelett sich ausbildet und zu einem wichtigen Apparat für den Ansatz der Muskeln, sowie für die Stütze und den Schutz des ganzen Körpers wird, sind die drei Stämme der Sterntiere, Gliedertiere und Wirbeltiere. Alle drei Gruppen sind sehr formenreich und übertreffen durch die Vollkommenheit ihres Lokomotionsapparates bei weitem alle übrigen Stämme des Tierreiches. Die Anlage und weitere Ausbildung des Skelettes als passives Stützgebilde und die Wechselbeziehung (Korrelation) der Muskeln als aktiver Zugteile zu demselben sind aber in allen drei Stämmen ganz verschieden und bestimmen in erster Linie ihren charakteristischen Typus; sie bezeugen deutlich (— auch abgesehen von anderen fundamentalen Unterschieden! —), daß alle drei Stämme unabhängig voneinander und aus drei verschiedenen Wurzeln des Vermalienstammes entstanden sind. Bei den Sterntieren entwickelt sich das Skelett aus Kalkablagerungen der Lederhaut, bei den Gliedertieren aus Chitinabscheidungen der Oberhaut, bei den Wirbeltieren dagegen aus Knorpelgebilden einer inneren Chordascheide.

Der merkwürdige Stamm der meerbewohnenden Sterntiere oder „Stachelhäuter" (Echinoderma) unterscheidet sich von allen übrigen Tiergruppen durch viele auffallende Eigentümlichkeiten; unter diesen

stehen obenan die absonderlichen Bildungen seiner aktiven und passiven Bewegungsorgane, sowie die seltsame Form ihrer individuellen Entwicklung. In dieser Ontogenese treten nacheinander zwei ganz verschiedene Formen auf, die einfach gebaute Sternlarve (Astrolarva) und das höchst verwickelt organisierte geschlechtsreife Sterntier (Astrozoon). Die kleine, im Meere frei schwimmende Sternlarve besitzt im allgemeinen den Körperbau der kleinen Rädertiere (Rotatoria) und weist nach dem Biogenetischen Grundgesetze darauf hin, daß die ursprünglichen Stammformen der Echinodermen (die Amphorideen) aus dieser Klasse des Vermalienstammes entsprungen sind. Ich habe im 22. Kapitel der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" diese Verhältnisse kurz erläutert und in meiner Abhandlung über Amphorideen und Cystoideen (1896) eingehend zu begründen gesucht. Die kleine Sternlarve hat noch keine Muskeln, keine Wassergefäße und Blutgefäße; sie bewegt sich durch Wimperschnüre oder Flimmerbänder, die an besonderen armartigen Fortsätzen der Oberfläche sich hinziehen. Diese Arme sind an der zweiseitigen symmetrischen Larve (die noch keine Spur des fünfstrahligen Baues zeigt) rechts und links gleichmäßig entwickelt. Durch eine höchst eigentümliche Verwandlung entsteht aus dieser kleinen bilateralen Astrolarve das ganz verschieden aussehende pentaradiale Astrozoon, das große geschlechtsreife Sterntier mit ausgesprochen fünfstrahligem Bau. Dasselbe besitzt eine sehr verwickelte Organisation, mit Muskeln und Lederhautskelett, mit Blutgefäßen und Wassergefäßen usw. Ein Teil der Astrozoen — die lebenden Crinoideen oder Seelilien, und die älteren ausgestorbenen Klassen der Blastoideen (Seeknospen), Cystoideen (Seeäpfel) und Amphorideen (Seeurnen) — sitzt auf dem Meeresboden angewachsen. Die vier übrigen, noch lebenden Klassen kriechen frei im Meere umher, die Seegurken (Holothurien), die Seesterne (Asterideen), die Seestrahlen (Ophiodeen) und Seeigel (Echinideen). Die kriechende

Ortsbewegung wird durch zweierlei Organe bewirkt, die Wasserfüßchen und die Hautmuskeln. Letztere finden ihre Stütze und Anheftung an festen Kalkstacheln, die aus Kalkablagerungen in der Lederhaut (Corium) hervorwachsen. Da diese Kalkstacheln (besonders bei den Seeigeln sehr ansehnlich) auf besonderen Gelenkhöckern an Kalkplatten des Hautskeletts beweglich eingelenkt sind und durch kleine Stachelmuskeln bewegt werden, laufen die Sterntiere auf denselben wie auf Stelzen. Zwischen denselben aber treten aus dem Innern zahlreiche Wasserfüßchen hervor, dünne, einem Handschuhfinger ähnliche Schläuche, die von einer inneren Wasserleitung aus (dem sogenannten Ambulakralsystem) mit Wasser prall gefüllt und steif werden. Diese sehr dehnbaren „Ambulakralfüßchen", oft am blinden Außenende mit einer Saugplatte versehen, dienen sowohl zum Kriechen und Ansaugen, wie zum Tasten und Greifen. Da diese eigentümlichen Lokomotionsorgane der Sterntiere, sowohl die Ambulakralfüßchen mit ihrer komplizierten Wasserleitung, als auch die beweglichen Stacheln mit ihren Gelenken und Muskeln, an jedem einzelnen fünfstrahligen Astrozoon zu Hunderten, oft zu vielen Tausenden entwickelt sind, kann man sagen, daß die Echinodermen unter allen Tieren die vollkommensten und kompliziertesten Bewegungsorgane besitzen. Die historische Entwicklung derselben, von den einfachsten Anfängen an, ist vollkommen aufgeklärt, seitdem Richard Semon in seiner scharfsinnigen Pentaktäatheorie (1888) die richtige phylogenetische Deutung für die wunderbare, von Johannes Müller 1845 entdeckte Keimesgeschichte der Echinodermen gefunden hat. Die näheren Verhältnisse, mit Beziehung auf die paläontologischen Befunde, habe ich 1896 in meiner angeführten Abhandlung zu ergründen versucht.

Der große Stamm der Gliedertiere (— der artenreichste von allen Tierstämmen —) umfaßt die drei Hauptklassen der Ringeltiere (Annelida), der Krustentiere (Crustacea) und der Luftrohrtiere (Tra-

cheata). Alle drei Gruppen stimmen in den wesentlichen Grundzügen ihrer Organisation überein; vor allem in der äußeren Gliederung oder Metamerie ihres langgestreckten bilateralen Körpers, ferner in der Wiederholung innerer gleichartiger Organe in jedem Gliede oder Segmente. Auf jedes Glied kommt ursprünglich ein Knoten des ventralen Nervenzentrums (des Bauchmarks), eine Kammer des dorsalen Herzens, ein Chitinring des Hautskeletts und eine dazugehörige Muskelgruppe.

Von den drei Hauptklassen der Gliedertiere sind die Anneliden unmittelbar aus den nächstverwandten Wurmtieren (Vermalia) entstanden, unter denen sowohl die Nemertinen als die Nematoden ihnen sehr nahe stehen. Die beiden anderen, höher organisierten Klassen, einerseits die Krustazeen, anderseits die Tracheaten, sind jüngere Gruppen, beide unabhängig voneinander aus zwei verschiedenen Stämmen der Anneliden hervorgegangen. Die Ringeltiere oder „Ringelwürmer" (zu denen z. B. Regenwürmer und Blutegel gehören) haben meistens noch sehr gleichartige Gliederung (Homonomie); ihre Segmente oder Metameren wiederholen in großem Gleichmaße dieselbe Bildung, namentlich der subdermalen (unter der Haut gelegenen) Muskeln; auf dem Querschnitt zeigen sich in jedem Gliede unter der äußeren Ringmuskelschicht ein Paar dorsale und ein Paar ventrale Muskeln. Ihre Oberhaut hat eine dünne Chitindecke ausgeschieden, bei den Röhrenwürmern eine lederartige oder verkalkte Röhre. Die Beine fehlen den ältesten Anneliden noch ganz; bei den jüngeren Borstenwürmern (Polychaeta) sitzen an jedem Gliede ein oder zwei Paar kurze ungegliederte Füße(Parapodia).

Die beiden anderen Hauptklassen der Gliedertiere entwickeln dagegen lange und gegliederte Füße in äußerst mannigfaltigen Formen, und zugleich nehmen die verschiedenen Körperglieder infolge von Arbeitsteilung differente Formen an; diese ungleichartige Gliederung (Heteronomie) tritt um so mehr hervor, je vollkommener die ganze Organisation wird.

Das gilt ebensowohl für die wasserbewohnenden und kiemenatmenden Krebstiere (Crustacea), als für die landbewohnenden und durch Tracheen atmenden Luftrohrtiere (Tracheata), für die Tausendfüßer, Spinnen und Insekten. In den höheren Gruppen beider Hauptklassen wird gewöhnlich die Zahl der Leibesglieder auf 15—20 beschränkt, und diese werden auf drei Hautabschnitte verteilt: Kopf, Brust und Hinterleib. Die feste Chitindecke, die bei den meisten Anneliden zart und dünn bleibt, wird bei den meisten Krustazeen und Tracheaten sehr verdickt, oft selbst durch Kalkeinlagerung erhärtet; sie bildet an jedem Segment einen festen Chitinring, in dessen Innern die bewegenden Muskeln angebracht sind. Die hintereinanderliegenden harten Ringe sind durch dünne, bewegliche Zwischenringe verbunden, so daß der ganze Körper einen hohen Grad von Festigkeit, Elastizität und Beweglichkeit vereinigt. Ebenso gebaut sind die langen gegliederten Beine, die paarweise an den Segmenten befestigt sind. Der typische Charakter der Bewegungsorgane der Gliedertiere liegt also darin, daß sowohl im Rumpfe als in den Gliedmaßen die Muskeln innerhalb hohler Chitinröhren angebracht sind und hier von Glied zu Glied gehen.

Gerade umgekehrt wie die Gliedertiere verhalten sich die Wirbeltiere. Hier entwickelt sich ein festes inneres Skelett in der Längsachse des Körpers, und die Muskeln setzen sich äußerlich an diese inneren Stützorgane an. Die Gliederung oder Metamerie selbst aber ist bei den Vertebraten äußerlich nicht sichtbar, sondern zeigt sich erst am Muskelsystem, nachdem die ungegliederte Hautdecke entfernt worden ist. Dann erblickt man schon bei den niedersten schädellosen Wirbeltieren, den Akraniern, deren Innenskelett nur aus einem zylindrischen, festen und elastischen Achsenstab (Chorda) besteht, jederseits eine Längsreihe von Muskelplatten (bei Amphioxus 50—80). Paarige Gliedmaßen fehlen hier noch ebenso wie bei den ältesten Schädeltieren, den Zyklostomen (Myxi-

noiden und Petromyzonten). Erst bei der dritten Wirbeltierklasse, bei den echten Fischen (Pisces) erscheinen zwei Paar laterale Gliedmaßen, die Brustflossen und Bauchflossen. Aus diesen sind dann bei ihren landbewohnenden Nachkommen, den ältesten Amphibien der Steinkohlenzeit, die zwei Paar gegliederten Beine geworden, Vorderbeine (Karpomelen) und Hinterbeine (Tarsomelen). Diese vier lateralen fünfzehigen Beine haben eine sehr charakteristische und zusammengesetzte Gliederung, sowohl an dem inneren Knochenskelett, als an dem Muskelsystem, das dieses umschließt und sich daran befestigt. Von den Amphibien, den ältesten „Vierfüßern" (Tetrapoda) wird dieser Lokomotionsapparat durch Vererbung auf ihre Nachkommen, die drei höheren Wirbeltierklassen, übertragen, die Reptilien, Vögel und Säugetiere. Da ich diese wichtigen Verhältnisse im 26. Vortrage der Anthropogenie ausführlich erörtert und durch zahlreiche Abbildungen erläutert habe, kann ich hier darauf verweisen, und will nur noch einige Bemerkungen über die Säugetiere hinzufügen.

Bewegungsorgane der Säugetiere (Mammalia). Beide Teile des Bewegungsapparates, ebenso das innere Knochenskelett (als passiver Stützapparat) wie das äußere Muskelsystem (als aktiver Motor) zeigen innerhalb der Säugetierklasse eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der Bildung, infolge der Anpassung an die verschiedensten Lebensgewohnheiten und -tätigkeiten. Man vergleiche nur die laufenden Raubtiere und Huftiere, die springenden Känguruhs und Springmäuse, die grabenden Maulwürfe und Wühlmäuse, die fliegenden Flattertiere und Fledermäuse, die fischartigen schwimmenden Sirenen und Waltiere, die kletternden Halbaffen und Affen. Bei allen diesen und den übrigen Ordnungen der Mammalien ist der gesamte zweckmäßige Bau des Bewegungsapparates ganz auffällig der Lebensweise angepaßt, durch diese Anpassung selbst erst entstanden. Trotzdem sehen wir, daß der wesentliche Charakter der inneren Organisation, der die Klasse der Säugetiere

als solche auszeichnet, von dieser Anpassung nicht berührt wird, sondern durch Vererbung überall erhalten bleibt. Diese anerkannten Tatsachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie, und die damit harmonierenden Ergebnisse der Paläontologie, liefern den überzeugenden Beweis, daß alle lebenden und fossilen Säugetiere, von den niedersten Gabeltieren und Beuteltieren bis zu den Affen und Menschen hinauf, von einer einzigen gemeinsamen Stammform abzuleiten sind, von einem Ursäugetier (Promammale), das in der Triasperiode gelebt hat; seine älteren Vorfahren in der permischen Periode waren Reptilien, in der Steinkohlenzeit Amphibien. Zu denjenigen Merkmalen des Lokomotionsapparates, die den Säugetieren eigentümlich sind, gehört einerseits der Bau der Wirbelsäule und des Schädels, anderseits die Bildung der Muskeln, die sich an diesen Stützorganen ansetzen. Am Schädel ist besonders merkwürdig die Bildung des Unterkiefers und des Gelenkes, in dem er sich mit dem Schläfenbein verbindet. Dieses Gelenk ist ein Temporalgelenk, im Gegensatze zu dem Quadratgelenk der übrigen Vertebraten. Das letztere liegt bei den Säugetieren in der Trommelhöhle des Mittelohres, zwischen dem Hammer (dem umgebildeten Gelenkstück des Unterkiefers, Articulare) und dem Amboß (dem ursprünglichen Quadratum). Entsprechend dieser auffälligen Umbildung des Kiefergelenks haben natürlich auch die beteiligten Muskeln eine wesentliche Transformation erlitten. Ein eigentümlicher Muskel, der nur den Mammalien zukommt und für deren Atembewegungen maßgebend wirkt, ist das Zwerchfell (Diaphragma), das Bauchhöhle und Brusthöhle voneinander vollständig trennt; die verschiedenen Muskeln, aus deren Verwachsung das Zwerchfell entstanden ist, bleiben bei den übrigen Wirbeltieren noch getrennt.

Die zahlreichen Organe, durch welche unser menschlicher Organismus seine mannigfaltigen Bewegungen ausführt, sind ganz dieselben, wie bei den Affen, und auch der Mechanismus ihrer Wirkung ist in keiner

Weise verschieden. Dieselben 200 Knochen, in der gleichen Anordnung und Zusammensetzung, bilden unser inneres Knochengerüst; dieselben 300 Muskeln bewirken unsere Bewegungen. Die Unterschiede, welche in der Form und Größe der einzelnen Muskeln und Knochen sich finden (— und die bekanntlich auch bei höheren und niederen Menschenrassen oft hervortreten —) sind durch verschiedenes Wachstum infolge divergenter Anpassung bedingt; hingegen erklärt sich die völlige Übereinstimmung in der Konstruktion des ganzen Bewegungsapparates durch Vererbung von der gemeinsamen Stammform der Affen und Menschen. Der auffallendste Unterschied in den Bewegungen beider ist durch die Anpassung des Menschen an den aufrechten Gang bedingt, während für die Affen die kletternde Lebensweise auf Bäumen die normale ist. Indessen ist ohne Zweifel die erstere aus der letzteren hervorgegangen. Eine doppelte Parallele zu dieser Umbildung zeigen die Springmäuse unter den Nagetieren und die Känguruhs unter den Beuteltieren; beide gebrauchen beim Springen nur die starken hinteren, nicht die schwachen vorderen Extremitäten; infolgedessen ist ihre Körperhaltung mehr oder weniger aufrecht. Unter den Vögeln bieten eine Analogie die Pinguine (Aptenodytes); da sie ihre verkümmerten Flügel nicht mehr zum Fliegen, sondern bloß noch beim Schwimmen gebrauchen, haben sie sich auf dem Lande an den aufrechten Gang gewöhnt.

Der menschliche Wille ist ebenfalls in keiner Weise von dem der Affen und der übrigen Säugetiere prinzipiell verschieden; und die mikroskopischen Organe desselben, die Neuronen im Gehirn und die Muskelzellen im Fleisch, arbeiten mit denselben Energieformen und unterliegen in gleicher Weise dem Substanzgesetz. Es ist dabei zunächst gleichgültig, ob man nach dem veralteten Glauben der Indeterministen die Willensfreiheit verteidigt, oder ob man nach der modernen Überzeugung der Deterministen sie für wissenschaftlich widerlegt hält; auf jeden Fall ge-

schehen die Willenshandlungen und die willkürlichen Bewegungen beim Menschen ganz nach denselben Gesetzen wie bei den Affen. Die hohe Entwicklung derselben beim Kulturmenschen, die reiche Differenzierung der Sprache und Sitte, der Kunst und Wissenschaft, überhaupt die ethische Bedeutung des „Willens" für die höhere Geisteskultur, widerspricht jener monistischen und zoologisch begründeten Auffassung in keiner Weise. Denn bei den niederen Barbaren sind diese Vorzüge des „zivilisierten" Willens nur in geringerem Grade und bei dem rohen Wilden zum Teil noch gar nicht zu finden. Der Unterschied der niedersten Naturmenschen von den höchstentwickelten Kulturmenschen ist auch in dieser Beziehung größer, als derjenige zwischen ersteren und den Menschenaffen.

Dreizehntes Kapitel

EMPFINDUNG

Bewußtsein. Reizbarkeit. Auslösung. Reaktion auf Reize. Tropismen. Anorganische und organische Empfindungen.

Die Empfindung gehört zu jenen allgemeinen Begriffen, die von jeher die verschiedenste Auffassung erfahren haben. Ähnlich wie der Begriff „Seele" unterliegt auch der eng damit zusammenhängende Begriff „Empfindung" noch heute sehr abweichender Deutung. Während des 18. Jahrhunderts blieb die Annahme herrschend, daß die Lebenstätigkeit der Empfindung ausschließlich den Tieren zukomme, nicht den Pflanzen; sie fand ihren lapidaren Ausdruck in dem bekannten Satze des „Systema naturae" von Linné (1735): Die Steine wachsen, die Pflanzen wachsen und leben, die Tiere wachsen, leben und empfinden. Albrecht Haller, der in seinen „Elementa physiologiae" (1766) zum ersten Male das gesamte Wissen seiner Zeit vom organischen Leben zusammenfaßte, unterschied als zwei Haupteigenschaften desselben die „Empfindlichkeit oder Sensibilität" und die „Reizbarkeit oder Irritabilität"; erstere schrieb er ausschließlich den Nerven, letztere den Muskeln zu. Später wurde diese irrtümliche Scheidung widerlegt, und in neuerer Zeit wird gerade umgekehrt die Reizbarkeit als eine allgemeine Eigenschaft aller lebendigen Substanz aufgefaßt.

Die großen Fortschritte, welche die vergleichende Anatomie und die experimentelle Physiologie der Tiere und Pflanzen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts machten, führten bald zu der Erkenntnis,

daß die Reizbarkeit oder Empfindlichkeit eine allgemeine Lebenseigenschaft aller Organismen sei, und daß sie zu den Hauptmerkmalen der Lebenskraft gehöre (vgl. Kapitel 2). Die größten Verdienste um ihre nähere experimentelle Erforschung erwarb sich der große Johannes Müller; er begründete in seinem klassischen „Handbuche der Physiologie des Menschen" (1840) seine Lehre von der „spezifischen Energie der Nerven" und von ihrem Zusammenhang mit den Sinnesorganen einerseits, dem Seelenleben anderseits. Indem er dem ersteren das fünfte, dem letzteren das sechste Kapitel seines Handbuches widmete, und in seinen allgemeinen psychologischen Betrachtungen namentlich auf Spinoza sich bezog, behandelte er die Psychologie als einen Teil der Physiologie und begründete so auf exakter naturwissenschaftlicher Basis jene naturgemäße Stellung der „Seelenlehre" im System der Biologie, die wir gegenwärtig für die einzig richtige halten müssen. Damit war auch zugleich dargetan, daß die Empfindung ebenso eine Lebenstätigkeit des Organismus ist wie die Bewegung oder die Ernährung.

Anders gestaltete sich die Auffassung der Empfindung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Einerseits erfuhr hier die experimentelle und vergleichende Physiologie der Sinnesorgane und des Nervensystems durch Ausbildung sinnreicher Forschungsmethoden und Anwendung der großartig fortgeschrittenen Physik und Chemie eine außerordentliche Bereicherung unseres exakten Wissens. Die berühmten Untersuchungen von Helmholtz und Hering über die Physik der Sinne, von Matteucci und Dubois-Reymond über die Elektrizität der Muskeln und Nerven, die großen Fortschritte der Pflanzenphysiologie durch Sachs und Pfeffer, der physiologischen Chemie durch Moleschott und Bunge führten zu der Erkenntnis, daß auch diese geheimnisvollen Lebenswunder allgemein auf physikalischen und chemischen Prozessen beruhen. Indem man die verschiedensten „Reize": Licht, Wärme, Elektrizität, Chemismus, auf die ein-

zelnen „empfindlichen oder reizbaren Organe" unter bestimmten geregelten Bedingungen einwirken ließ, gelangte man dazu, einen großen Teil der Reizerscheinungen sogar den mathematischen Messungen und Formeln in exakter Weise zu unterwerfen. Die Lehre von den „Reizen und ihren Wirkungen" gewann nunmehr einen streng physikalischen Charakter.

Anderseits sehen wir, in auffallendem Gegensatze zu den gewaltigen Fortschritten der Experimentalphysiologie, daß die allgemeine Auffassung der betreffenden Lebensvorgänge, und besonders der inneren Nerventätigkeit, welche die Sinnesfunktionen in das Seelenleben umsetzt, auffallend vernachlässigt wurde. Ja sogar der fundamentale Begriff der Empfindung, der dabei die Hauptrolle spielt, wurde immer mehr außer acht gelassen. In manchen der angesehensten modernen Lehrbücher der Physiologie, die lange Kapitel über Reize und Reizwirkungen enthalten, kommt die „Empfindung" als solche nur selten oder gar nicht zur Sprache. Das liegt hauptsächlich an der unheilvollen und ungerechtfertigten Kluft, die neuerdings wieder zwischen Physiologie und Psychologie künstlich geschaffen worden ist. Da die „exakten" Physiologen das Studium der inneren psychischen Prozesse, die sich bei der Sinnestätigkeit und Empfindung vollziehen, unbequem und unergiebig fanden, überließen sie dieses schwierige und dunkle Gebiet bereitwillig den „eigentlichen Psychologen", d. h. den Metaphysikern, für die ihre „unsterbliche Seele" und ihr „göttliches Bewußtsein" der apriorische Ausgangspunkt der luftigsten Spekulationen ist. Die letzteren entledigen sich der unbequemen Bürde der Erfahrung und der Erkenntnis a posteriori um so lieber, als die moderne Anatomie und Physiologie des Gehirns die größten Ansprüche an ihr eingehendes Studium stellt.

Der größte und verhängnisvollste Fehler, den die moderne dualistische Physiologie dabei beging, war das unbegründete Dogma, daß alle Empfindung mit Bewußtsein verknüpft sein müsse. Da nun die mei-

sten Physiologen die Ansicht von du Bois-Reymond teilen, daß das Bewußtsein keine Naturerscheinung, sondern ein hyperphysisches „Welträtsel" ist, so konnten sie mit diesem zugleich auch die unbequeme „Empfindung" aus ihrem Forschungsgebiete entfernen. Der herrschenden Metaphysik ist diese Scheidung natürlich höchst willkommen; ihr ist die transzendente Natur der Empfindung ebenso wertvoll, wie der freie Wille, und damit geht denn die gesamte Psychologie aus dem empirischen Gebiet der diesseitigen Naturwissenschaft in das mystische Gebiet der jenseitigen Geisteswissenschaft über. Zur sicheren Begründung wird dann besonders die „kritische Erkenntnistheorie" vorgeschoben, welche die Zeugnisse der wahren physiologischen Organe: Sinne, Nerven und Gehirn, gar nicht anerkennt, sondern ihre „höhere Weisheit" aus der „inneren Selbstbespiegelung" schöpft, aus der introspektiven Analyse ihrer Vorstellungen und deren Assozionen. Es ist merkwürdig genug, daß selbst angesehene monistische Physiologen sich durch dieses Taschenspielerkunststück der Metaphysik täuschen lassen und die gesamte Psychologie aus ihrem Forschungsgebiete ausweisen; ihr Psychomonismus nimmt wieder die „Seele" als übernatürliches Wesen an und befreit sie, im Gegensatze zur „Körperwelt", vom Joche des Substanzgesetzes.

Unbefangenes Nachdenken über unser eigenes persönliches Verhalten beim Empfinden und beim Bewußtsein überzeugt uns leicht, daß es sich um zwei verschiedene physiologische Tätigkeiten handelt, die keineswegs notwendig verknüpft sind; und dasselbe gilt auch für die dritte Hauptfunktion der Seele, für den Willen. Wenn wir irgendeine Kunst lernen, z. B. Malen oder Klavierspielen, so brauchen wir auch bei täglicher fleißiger Übung Monate, um es zu einiger Fertigkeit zu bringen. Dabei üben wir täglich Hunderte oder Tausende von Empfindungen und von Bewegungen, die mit vollem Bewußtsein eingelernt und wiederholt werden. Je länger wir die Übung fortsetzen, je mehr wir uns an diese Funktionen an-

passen und gewöhnen, desto leichter und unbewußter werden sie. Haben wir dann die Kunst einige Jahre geübt, so malen wir das Bild oder spielen wir das Klavierstück unbewußt; wir denken nicht mehr an alle die kleinen feinen Empfindungstöne und Willensakte, die wir beim Erlernen nötig hatten. Der bloße Willensanstoß, das Bild noch einmal zu malen, das Stück noch einmal zu spielen, genügt, um die ganze Kette von komplizierten Bewegungen und damit verknüpften Empfindungen auszulösen, die ursprünglich langsam, mühsam, mit vollem Bewußtsein erlernt wurden. Ein geübter Virtuose spielt das schwierigste, tausendmal wiederholte und eingelernte Klavierstück „halb im Traum". Es bedarf aber nur eines geringen Anstoßes, z. B. eines zufälligen Fehlers oder einer plötzlichen Unterbrechung, um die abwesende Aufmerksamkeit sofort wieder darauf hinzulenken. Nun wird dieselbe Handlung mit vollem „Bewußtsein" wiederholt. Ähnliches gilt für Tausende von Empfindungen und von Bewegungen, die wir ursprünglich mit klarem Bewußtsein als Kinder lernten und später täglich unbewußt wiederholen, so beim Gehen, Essen, Sprechen usw. Diese allbekannten Tatsachen beweisen an sich schon, daß das Bewußtsein eine komplizierte Gehirntätigkeit ist, die mit dem Empfinden und Wollen durchaus nicht notwendig verknüpft ist. Die Begriffe des Bewußtseins und der Empfindung untrennbar zu verknüpfen, ist deshalb um so mehr verwerflich, weil zwar der Mechanismus oder das eigentliche Wesen des Bewußtseins uns sehr rätselhaft erscheint, sein Begriff aber vollkommen klar ist: wir wissen, daß wir wissen, empfinden und wollen.

Der Begriff der Reizbarkeit oder Irritabilität wird von der modernen Physiologie allgemein dahin verstanden, daß die lebendige Substanz die Fähigkeit besitzt, auf Reize zu reagieren, d. h. auf Veränderungen in ihrer Umgebung durch eigene Veränderungen zu antworten. Der Reiz, die Einwirkung einer fremden Energie auf das Plasma, muß aber von diesem

empfunden werden, um die betreffende Reizwirkung (in Form verschiedener Energieäußerungen) auszulösen. Die Frage, ob diese Empfindung (in gewissen Fällen) mit Bewußtwerden verknüpft ist, oder aber (gewöhnlich) unbewußt bleibt, ist dabei von ganz untergeordneter Natur. Die Pflanze, die durch Lichtreiz veranlaßt wird, ihren Blumenkelch zu öffnen, verfährt dabei ebenso unbewußt, wie die Koralle, die infolge desselben Reizes ihren Tentakelkranz entfaltet; und wenn die empfindliche fleischfressende Pflanze (Dionaea, Drosera) ihre Blätter zusammenschließt, um das darauf sitzende Insekt zu fangen und zu verzehren, so tut sie ganz dasselbe, wie die empfindliche Aktinie oder Koralle, die zu demselben Zwecke ihren Tentakelkranz schließt — beide ohne Bewußtsein! Wir nennen solche unbewußte Reizbewegungen Reflexe; da ich diese „Reflextaten" oder reflektiven Funktionen im 7. Kapitel der „Welträtsel" ausführlich erörtert habe, kann ich hier darauf verweisen. Diese elementare Seelentätigkeit beruht immer auf einer Verknüpfung von Empfindung und Bewegung (im weitesten Sinne). Der Bewegung, welche der Reiz hervorruft, geht immer die Empfindung des einwirkenden Reizes voraus.

Die moderne Physiologie versucht mehr und mehr den Begriff „Empfindung" ängstlich zu vermeiden und an dessen Stelle den Begriff „Reizwahrnehmung" zu setzen. Die Schuld an dieser irreführenden Ausdrucksweise trägt hauptsächlich die willkürliche und ungerechtfertigte Abtrennung der Psychologie von der Physiologie; letztere soll nur das Recht haben, sich mit materiellen Erscheinungen und physikalischen Aufgaben zu befassen; erstere hingegen das Vorrecht, die „höheren geistigen Phänomene" und die metaphysischen Probleme zu behandeln. Da wir nach unserer monistischen Überzeugung diese Scheidung völlig verwerfen, können wir auch die Empfindung nicht von der Reizwahrnehmung trennen — gleichviel ob diese Sensation mit oder ohne Bewußtwerden verläuft. Übrigens sieht sich die moderne, von

der Psychologie sich ablösen wollende Physiologie trotz ihrer Abneigung tausendfach genötigt, die Begriffe „Empfindung" und „empfindlich" zu gebrauchen, so namentlich in der Lehre von den Sinnesorganen.

Was wir „Empfindung" oder „Reizwahrnehmung" nennen, kann als eine besondere Form der „lebendigen Kraft" oder der aktuellen Energie angesehen werden (Ostwald). Dagegen ist dann die „Empfindlichkeit oder Reizbarkeit" eine Spannkraft oder eine Form der potentiellen Energie. Die ruhende lebendige Substanz, die „empfindlich oder reizbar" ist, befindet sich im Zustande des Gleichgewichts und ist gleichgültig gegen ihre Umgebung. Hingegen erfährt das bewegte Plasma, das gereizt wird und diesen Reiz „empfindet", eine Störung seines Gleichgewichts und entspricht der „reizenden" Veränderung seiner äußeren Umgebung und seines inneren Zustandes. Diese Gegenwirkung des Organismus gegen den Reiz wird als Reaktion bezeichnet; ein Ausdruck, der auch in der Chemie (in gleichem Sinne!) allgemein gebraucht wird, um die Einwirkung der Körper aufeinander zu bezeichnen. Bei jeder Reizung wird die Spannkraft des Plasma (Empfindlichkeit) in lebendige Kraft oder Wirkekraft (Empfindung) umgesetzt. Den Anstoß zu diesem Umsatz, welchen dabei der Reiz ausübt, bezeichnet man als Auslösung.

Der Begriff der Reaktion oder „Gegenwirkung" bedeutet ursprünglich allgemein die Veränderung, welche irgendein Körper durch die Einwirkung oder Aktion eines anderen Körpers erfährt. So wird also, im einfachsten Falle, die Wechselwirkung von zwei Substanzen in der Chemie allgemein als Reaktion bezeichnet. In der chemischen Analyse nennt man im engeren Sinne Reaktion diejenige Einwirkung eines Körpers auf einen anderen, welche zur Erkennung seiner Natur dient. Auch hier müssen wir annehmen, daß die beiden Körper ihre verschiedene Beschaffenheit empfinden; denn sonst könnten sie nicht aufeinander wirken. Jeder Chemiker spricht daher von einer

mehr oder weniger „empfindlichen Reaktion". Dieser Vorgang ist aber im Wesen nicht verschieden von derjenigen Reaktion, die der lebendige Organismus gegen äußere Reize äußert, gleichviel welcher chemischen oder physischen Art dieselben sind. Ebensowenig im Prinzip verschieden ist die psychologische Reaktion, die stets mit entsprechenden Veränderungen im Psychoplasma, also auch mit chemischem Energieumsatz, verbunden ist. Nur ist im letzteren Falle der Vorgang der Reaktion viel komplizierter, so daß man als verschiedene Teile oder Phasen desselben unterscheiden kann: 1. Äußerer Reizeindruck. 2. Gegenwirkung des Sinnesorgans. 3. Leitung des umgesetzten Eindrucks zum Zentralorgan. 4. Innere Empfindung des zugeleiteten Eindrucks. 5. Bewußtwerden des Eindrucks.

Der Anstoß zu der Veränderung, die der Reiz im Plasma hervorruft, wird als Auslösung bezeichnet. Auch dieser wichtige Begriff ist der Physik entnommen. Wenn wir ein brennendes Hölzchen in ein Pulverfaß werfen, so gibt dessen Flamme den Anstoß zur Explosion. Beim Dynamit veranlaßt ein einfacher mechanischer Stoß die gewaltigste Kraftentfaltung des explodierenden Stoffes. Wenn wir die gespannte Armbrust abschießen, so genügt der kleine Druck des Fingers auf die gespannte Sehne, um den aufgelegten Pfeil oder Bolzen auf eine weite Entfernung hin seine tödliche Wirkung ausüben zu lassen. Ebenso genügt ein Ton, ein Lichtstrahl, der unser Ohr oder Auge trifft, um eine Fülle von verwickelten Wirkungen mittelst unseres Nervensystems zu erzielen. Bei der Befruchtung des weiblichen Eies durch die männliche Samenzelle genügt die chemische Vereinigung beider Zeugungsstoffe, um aus der mikroskopischen Plasmakugel, der so entstandenen „Stammzelle' (Cytula) ein neues Menschenkind entstehen zu lassen. Bei allen diesen und tausend anderen „Reizwirkungen" genügt ein winzig kleiner Anstoß, um in der gereizten Substanz die größten Wirkungen zu erzielen. Dieser Anstoß, den man Auslösung nennt,

ist nicht die direkte Ursache der beträchtlichen Veränderung, sondern nur die erste Veranlassung zu ihrer Wirkung. Stets wird dabei eine beträchtliche Menge von aufgespeicherter Spannkraft in lebendige Wirkekraft oder Arbeit umgesetzt. Die Größe beider Kräfte steht in keinem Verhältnis zu der geringen Größe des kleinen Anstoßes, der ihren Umsatz einleitet. Darin liegt der Unterschied der „Reizwirkung" von der einfachen mechanischen Wirkung zweier Körper aufeinander, bei welcher die Quantität der übertragenen Energie in beiden gleich groß ist und ein „Anstoß" fehlt.

Die unmittelbare Wirkung eines Reizes auf die lebendige Substanz läßt sich am einfachsten bei den äußeren, physikalischen oder chemischen Reizen verfolgen, die die lebendige Substanz erregen: Licht, Wärme, Druck, Schall, Elektrizität, Chemismus. Die physikalische Untersuchung ist hier vielfach imstande, den Lebensprozeß auf die Gesetze der anorganischen Natur zurückzuführen. Schwieriger ist das bei den inneren Reizen, die im Organismus selbst liegen und der physiologischen Untersuchung nur zum Teil zugänglich sind. Zwar hat auch hier diese Wissenschaft überall die Aufgabe, sämtliche biologischen Erscheinungen auf physikalische und chemische Gesetze zurückzuführen. Aber sie vermag dieser schwierigen Aufgabe nur teilweise zu genügen, weil die Erscheinungen zu verwickelt und ihre Bedingungen uns im einzelnen zu wenig bekannt, auch unsere rohen Untersuchungsmethoden viel zu unvollkommen sind. Trotzdem überzeugt uns die vergleichende und phylogenetische Physiologie, daß auch die kompliziertesten inneren Reizwirkungen, namentlich die sogenannten „Geistestätigkeiten" des Gehirns, ebenso auf physikalischen Vorgängen beruhen und ebenso dem Substanzgesetze unterworfen sind wie jene äußeren; das gilt selbst von der Vernunft und dem Bewußtsein.

Beim Menschen wie bei allen höheren Tieren werden die Reize durch die Sinnesorgane aufgenommen

und durch deren Nerven zum Zentralorgan fortgeleitet; hier im Gehirn werden sie entweder in den inneren Sinnesherden in spezifische Empfindungen umgesetzt oder in die motorischen Gebiete geleitet, wo sie Bewegungen hervorrufen. Bei den niederen Tieren und den Pflanzen ist die Reizleitung einfacher; die Gewebezellen stoßen hier entweder unmittelbar aneinander oder sie stehen durch feine Plasmafäden (Plasmodesmen) in direkter Verbindung. Bei den einzelligen Protisten kann der Reiz, der eine beliebige Stelle der Oberfläche trifft, unmittelbar den übrigen Teilen des einheitlichen Plasmakörpers mitgeteilt werden.

Wir werden uns im Verlaufe unserer Untersuchung überzeugen, daß die einfachste Form der Empfindung (im weitesten Sinne!) ebenso allen Anorganen wie allen Organismen zukommt, daß also „Empfindlichkeit" eigentlich eine Grundeigenschaft aller Materie oder richtiger aller Substanz ist. Man kann aber dann folgerichtig auch den sie zusammensetzenden Atomen schon Empfindung zuschreiben. Dieser Grundgedanke des Hylozoismus, den schon Empedokles aussprach, ist neuerdings namentlich von Fechner sehr bestimmt ausgeführt worden. Indessen nimmt dieser verdienstvolle Begründer der Psychophysik an, daß mit dieser universalen Substanzempfindung stets „Bewußtsein" verbunden ist (— oder als Attribut im Sinne von Spinoza: Denken —). Nach unserer Überzeugung hingegen ist das Bewußtsein eine sekundäre Seelenarbeit, die nur dem Menschen und den höheren Tieren zukommt und an die Zentralisation des Nervensystems geknüpft ist („Welträtsel" Kap. 10). Es ist daher wohl zweckmäßig, die unbewußte Empfindung der Atome als „Fühlung" (Aesthesis) und ihren unbewußten Willen als „Strebung" (Tropesis) zu bezeichnen. Sie äußert sich bei einseitiger Wirkung eines Reizes als „gerichtete Bewegung", als „Reizbewegung" (Tropismus oder Taxis).

Die beiden bekannten Begriffe der Empfindung und des Gefühls werden sowohl in der Physiologie

wie in der Psychologie sehr oft verwechselt und in vielfach verschiedener Bedeutung verwendet. Diejenige Richtung der Metaphysik, die diese beiden Wissenschaften vollständig trennt, und diejenige Richtung der Physiologie, die sich ihr anschließt, betrachtet das Gefühl als eine reine „Seelenfunktion" oder „Geistestätigkeit", während sie bei der Empfindung die Verknüpfung mit Körperfunktionen, vor allen Sinnestätigkeit, zugeben muß. Nach unserer Ansicht sind beide Begriffe rein physiologisch und nicht scharf zu trennen, oder nur insofern, als die Empfindung mehr den äußeren (objektiven) Teil des sensorischen Nervenprozesses umfaßt, das Gefühl den inneren (subjektiven) Teil. Man kann aber auch ganz allgemein den Unterschied dahin definieren, daß die Empfindung die verschiedenen Qualitäten der Reize wahrnimmt, das Gefühl dagegen bloß die Quantität, die positive oder negative Reizwirkung (Lust und Unlust). Im letzteren weitesten Sinne kann man allen Atomen das Gefühl von Lust oder Unlust (bei der Berührung mit qualitativ verschiedenen Atomen) zuschreiben und damit in der Chemie die „Wahlverwandtschaft" erklären (Synthese der liebenden Atome, Zuneigung — Analyse der hassenden Atome, Abneigung).

Unsere monistische Weltanschauung (— gleichviel ob man sie als Energetik oder als Materialismus, richtiger als Hylozoismus auffaßt —) geht dahin, daß alle Substanz „beseelt", d.h. mit Energie begabt ist. Wir finden bei der chemischen Analyse in den Organismen keine anderen Elemente als in den anorganischen Naturkörpern; wir finden, daß die Bewegungen der ersteren denselben Gesetzen der Mechanik gehorchen, wie die der letzteren; wir überzeugen uns, daß der Kraftumsatz oder Energiewechsel in der lebendigen Substanz ebenso geschieht und durch dieselben Reize hervorgerufen wird, wie in der anorganischen Materie. Wir werden schon aus diesen Erfahrungen den Schluß ziehen müssen, daß auch die Reizwahrnehmung — als Empfindung in

objektivem, als Gefühl in subjektivem Sinne — hier ebenso allgemein vorhanden ist, wie dort. Alle Naturkörper sind in gewissem Sinne „empfindlich". Gerade in dieser energetischen Auffassung der Substanz unterscheidet sich unser Monismus wesentlich von der materialistischen Auffassung, die einen Teil der „toten" Materie als unempfindlich betrachtet. Hier gerade liegt die wichtige Brücke der Verständigung, die den konsequenten Materialismus und Realismus mit dem konsequenten Spiritualismus und Idealismus zu verbinden geeignet ist. Aber freilich müssen wir dafür die Anerkennung der Voraussetzung verlangen, daß auch das organische Leben denselben allgemeinen Naturgesetzen unterworfen ist, wie die anorganische Natur. Hier wie dort wirkt die Außenwelt in gleicher Weise als „Reiz" auf die Innenwelt des Körpers ein. Wir werden uns davon überzeugen, wenn wir jetzt einen Blick auf die verschiedenen Formen der Empfindung werfen, die den verschiedenen Arten des Reizes entsprechen. Licht und Wärme, äußere und innere chemische Reize, Druck und Elektrizität, rufen bei ihrer Einwirkung auf organische und anorganische Körper analoge Empfindungen und darauffolgende Veränderungen hervor.

Die Wirkung, die der Lichtreiz oder photische Reiz auf die lebende Substanz ausübt, die daraus sich ergebende Lichtempfindung und die dadurch hervorgerufenen chemischen Energieveränderungen sind für alle Organismen von höchster physiologischer Bedeutung. Ja man kann sagen, daß das Sonnenlicht die erste, älteste und wichtigste Quelle des organischen Lebens ist; alle anderen Kraftleistungen sind in letzter Instanz von der strahlenden Energie des Sonnenlichts abhängig. Die älteste und wichtigste Tätigkeit des Plasma, die seine eigene erste Entstehung selbst bedingt, ist die Kohlenstoffassimilation; diese Plasmodomie ist aber direkt vom Sonnenlicht abhängig. Tritt dasselbe einseitig an den Organismus heran, so ruft es die bestimmte Richtung

der Reizbewegung hervor, die man als Phototaxis oder Heliotropismus bezeichnet. Dieselbe ist bei der großen Mehrzahl aller Organismen, sowohl Protisten als Histonen, positiv, d. h. sie suchen die Lichtquelle auf. Jedermann weiß, daß die Blumen, die im Zimmer am Fenster stehen, sich dem Lichte zuwenden. Jedoch sind auch viele Lebewesen, die sich an den Aufenthalt im Dunkeln gewöhnt haben, negativ heliotropisch oder phototaktisch; sie fliehen das Licht und suchen die Dunkelheit auf, so die Pilze, manche lichtscheue Moose und Farne, viele Tiefseetiere.

Die wichtigsten Organe der Lichtempfindung sind bei den höheren Tieren die Augen; sie fehlen vielen niederen Tieren ebenso wie den Pflanzen. Der wesentliche Unterschied des eigentlichen Auges von der bloßen lichtempfindlichen Hautstelle liegt darin, daß dasselbe ein Bild von den Gegenständen der Außenwelt entwirft. Den ersten Anfang dieser „Bildempfindung", den wir „Sehen" nennen, macht die Entstehung einer kleinen Sammellinse, eines bikonvexen lichtbrechenden Körpers in einer Stelle der Oberhaut. Dunkle Pigmentzellen, die denselben umgeben, absorbieren die Lichtstrahlen. Von dieser ersten phylogenetischen Urform des Sehorgans bis zu dem hoch entwickelten Auge des Menschen und der höheren Tiere führt eine lange Stufenleiter von verschiedenen Entwicklungsstufen hinauf — nicht minder ausgedehnt und bewunderungswürdig, als die historische Stufenleiter unserer künstlichen Sehinstrumente, von der einfachen Brille und Lupe bis zum höchst vervollkommneten Mikroskop und Teleskop der Gegenwart. Dieses große „Lebenswunder", die lange Skala der Augenentwicklung, ist für viele wichtige Fragen der allgemeinen Physiologie und Phylogenie von besonderem Interesse. Wir können hier klar einsehen, wie ein sehr komplizierter und zweckmäßiger Apparat rein mechanisch entstanden ist, ohne jeden vorbedachten Zweck oder Bauplan. Sodann können wir hier deutlich erkennen, auf welchem mechanischen Wege eine ganz neue Tätigkeit

des Organismus zuerst aufgetreten ist, und zwar eine der wichtigsten Funktionen, das Sehen.

Das vollkommene Sehen der höheren Tiere setzt sich aus einer großen Anzahl verschiedener Funktionen zusammen, denen eine ebenso große Mannigfaltigkeit in der anatomischen Zusammensetzung des Auges aus einzelnen Organen entspricht. Für die vielseitigen zweckmäßigen Lebenstätigkeiten der höheren Tiere, namentlich aber für die wunderbare Geistestätigkeit des Kulturmenschen, für den Fortschritt der Kunst und Wissenschaft, ist nächst dem Gehirn kein anderes Organ so unentbehrlich, wie das Auge! Was wäre unser menschlicher Geist, wenn wir nicht lesen, schreiben, zeichnen und durch unser Auge uns unmittelbare Kenntnis von den Formen und Farben der Außenwelt verschaffen könnten! Und dennoch ist diese unschätzbare Leistung des „Sehens" nur die höchste und vollkommenste Blüte jener langen Stufenleiter von Entwicklungsprozessen, deren niederster und einfachster Ausgangspunkt die allgemeine Lichtempfindlichkeit oder photische Reizbarkeit des Plasma ist. Diese zeigt aber auffällige Unterschiede und Abstufungen schon bei den einzelligen Protisten, ja bereits bei ihren niedersten und ältesten Vertretern, den Moneren. Sowohl die einzelnen Arten der Chromazeen als der Bakterien sind in verschiedenem Grade heliotropisch und besitzen feine Empfindung für den Grad des Lichtreizes.

Dieselbe Reizwirkung, die das Licht auf das homogene Plasma der Moneren ausübt, äußert es auch auf viele anorganische Naturkörper; der photische Reiz ruft hier teils chemische, teils mechanische Veränderungen hervor. Jeder Chemiker spricht von Substanzen, die gegen Licht mehr oder weniger „empfindlich" sind; jeder Photograph spricht von seinen „empfindlichen Platten", jeder Maler von seinen „empfindlichen Farben". Viele chemische Verbindungen sind gegen Licht so empfindlich, daß sie sich im Sonnenlicht sofort zersetzen und daher im Dunkeln aufbewahrt werden müssen. Für das ver-

schiedene Verhalten der Atome gegeneinander, das sich hier unter dem Reize des Sonnenlichtes so auffällig zeigt, haben wir keinen anderen Ausdruck, als das Wort: „Empfindung". Mir scheint gerade diese Erscheinung evident für die Berechtigung des hylozoistischen Monismus zu sprechen, der die Beseelung aller Materie behauptet. Wird ja doch gerade die „Empfindung" von der Metaphysik als ein wesentliches Attribut der „Seele" angenommen.

Ebenso allgemein wie der Lichtreiz wirkt auch der Wärmereiz auf alle Organismen ein und erregt jene Empfindung, die wir als subjektives Gefühl von Hitze und Wärme, Kühle und Kälte bald angenehm, bald unangenehm empfinden. Das Sinnesorgan, das diese Temperatureindrücke vermittelt, ist bei den Protisten die Oberfläche des einzelligen Plasmakörpers, bei den Histonen die Hautdecke (Epidermis), die ihre Oberfläche gegen die Außenwelt abgrenzt. Bei allen Lebewesen ist die Temperatur des umgebenden Mediums (Wasser oder Luft) von größtem Einfluß auf die Regulierung ihrer Lebenstätigkeiten, und bei den festsitzenden Tieren und Pflanzen auch die Temperatur des Erdbodens, auf dem sie befestigt sind. Stets muß dieser Wärmegrad zwischen dem Gefrierpunkt und dem Siedepunkt des Wassers liegen, da das tropfbarflüssige Wasser für die Imbibition oder Quellung der lebendigen Substanz und für die molekularen Bewegungen innerhalb des Plasma unentbehrlich ist. Allerdings können einzelne niedere Protisten (Chromazeen, Bakterien) auch sehr hohe und sehr niedere Temperaturen kurze Zeit hindurch vertragen, aber doch nur vorübergehend. Einige Protisten (Moneren und Diatomeen) konnten mehrere Tage eine Temperatur von weniger als — 200° C. ertragen, und andere auf Temperatur über den Siedepunkt erhitzt werden, ohne zu sterben. Arktische und hochalpine Pflanzen und Tiere können mehrere Monate in völlig gefrorenem Zustande verharren und nach dem Auftauen weiter leben. Allein erstens dauert der Widerstand gegen solche extreme

Kältegrade nur eine begrenzte Zeit an, und zweitens sind während dieser Kältestarre alle Lebenstätigkeiten sistiert.

Bei der großen Mehrzahl der Lebewesen ist dagegen die Lebenstätigkeit an sehr enge Temperaturgrenzen gebunden. Viele Pflanzen und Tiere der Tropen, die seit Jahrtausenden an die Beständigkeit des heißen Äquatorialklimas gewöhnt sind, können nur innerhalb sehr enger Grenzen der Wärmeschwankung existieren. Umgekehrt verhalten sich viele Bewohner von Zentralsibirien, dessen extremes Kontinentalklima im kurzen Sommer sehr heiß, im langen Winter sehr kalt ist. Das lebendige Plasma hat also durch Anpassung an die verschiedensten Lebensbedingungen sehr bedeutende Veränderungen seines Wärmesinnes erfahren; sowohl das Maximum und Minimum, wie das Optimum des Wärmereizes unterliegt den größten Schwankungen. Das läßt sich sehr deutlich beobachten und experimentell verfolgen an den Erscheinungen der Thermotaxis oder des Thermotropismus, d. h. den Reizbewegungen, die bei einseitiger Einwirkung des Wärmereizes auftreten. Der Zustand des Organismus, der jenseits des Minimum eintritt, wird als „Kältestarre", der jenseits des Maximum als „Wärmestarre" bezeichnet.

Gleich dem Lichtreiz wirkt auch der Wärmereiz auf die anorganischen Naturkörper ebenso allgemein ein, wie auf die organischen. Auch hier gilt allgemein das Gesetz, daß höhere Temperaturen die Empfindung erregen, niedere dagegen sie lähmen. Auch für viele chemische und physikalische Vorgänge in der anorganischen Welt gibt es ein Minimum, ein Optimum und Maximum. Für die lösende Einwirkung des tropfbarflüssigen Wassers bedeutet sein Gefrieren das Minimum des Wärmereizes, das Sieden hingegen das Maximum. Da die verschiedenen chemischen Verbindungen in Wasser sich bei sehr verschiedenen Wärmegraden lösen, ist für viele Substanzen auch ein Optimum vorhanden, d. h. die Temperatur, bei der sich eine gegebene Menge

des festen Körpers am leichtesten und raschesten in Wasser löst. Im allgemeinen gilt für die chemischen Prozesse das Gesetz, daß sie durch höhere Temperaturen beschleunigt, durch niedere herabgesetzt werden (— ebenso wie die menschlichen „Leidenschaften"! —); die ersteren wirken erregend, die letzteren lähmend. Da die Einwirkung der verschiedenen chemischen Verbindungen aufeinander durch die Natur der Elemente und deren Wahlverwandtschaft bedingt ist, so müssen wir ihr verschiedenes Verhalten gegen thermische Reize auf die Temperaturempfindung der sie zusammensetzenden Atome zurückführen; Erhöhung des Wärmegrades erregt dieselbe, Herabsetzung vermindert oder lähmt sie. Auch hierin gleichen die einfachen anorganischen Prozesse im wesentlichen den verwickelteren Lebenserscheinungen der organischen Körper.

Da wir das ganze organische Leben im letzten Grunde nur als einen höchst verwickelten chemischen Prozeß betrachten können, ist von vornherein zu erwarten, daß auch die chemischen Reize im Vorgang der Empfindung die größte Rolle spielen. Das ist auch in der Tat der Fall; vom einfachsten Moner an bis zur hoch differenzierten Zelle und von dieser aufwärts bis zur Blüte des Baumes und bis zur Gedankenbildung des Menschen, werden die Lebensprozesse von chemischen Kräften und Energieumsätzen beherrscht, für welche äußere oder innere chemische Reize den ersten Anstoß geben. Die Reizwahrnehmung, die diese hervorrufen, bezeichnen wir allgemein als Stoffempfindung oder Chemaesthese; ihre Basis bildet das gegenseitige Verhalten der chemischen Stoffe oder Elemente, das man als chemische Verwandtschaft oder Affinität bezeichnet. Bei dieser Wahlverwandtschaft machen sich allgemeine Anziehungsverhältnisse geltend, die in der Natur der Elemente selbst liegen, bezüglich in den besonderen Eigenschaften der sie zusammensetzenden Atome; und diese sind nur dadurch zu erklären, daß wir ihnen unbewußte Empfindung in weiterem Sinne zu-

schreiben, ein inhärentes Gefühl von Lust oder Unlust, das sie bei der Berührung mit anderen Atomen empfinden („Lieben und Hassen der Elemente" bei Empedokles).

Die zahllosen verschiedenen Reize, welche chemisch auf das Plasma einwirken und dessen „Stoffempfindung" erregen, können in zwei große Gruppen eingeteilt werden, äußere und innere Reize. Die letzteren liegen im Organismus selbst und bewirken die inneren „Organempfindungen"; die ersteren liegen in der Außenwelt und werden empfunden als Geschmack, Geruch, Geschlechtsgefühl usw. Bei den höheren Tieren sind für diese äußeren chemischen Reize besondere „chemische Sinnesorgane" entwikkelt; da diese aus unserer eigenen menschlichen Empfindung uns genau bekannt sind, und da die vergleichende Physiologie uns auch dieselben Verhältnisse bei den höheren Tieren erkennen läßt, wollen wir diese zunächst betrachten. Im allgemeinen gilt auch für diese äußeren chemischen Reize dasselbe Gesetz, wie für die optischen und thermischen Reize; die Abstufung ihrer Wirkung lassen ein Maximum als höchste Grenze ihrer Reizwirkung erkennen, ein Minimum als niederste Grenze und ein Optimum als diejenige Stufe, auf welcher der Reiz am stärksten einwirkt.

Die wichtige Rolle, welche die Funktion des Schmeckens und das damit verknüpfte Lustgefühl im Leben des Menschen spielt, ist allgemein bekannt. Die sorgfältige Auswahl und Zubereitung wohlschmeckender Speisen, die in der Gastronomie sich zu einer besonderen „Kunst", in der Gastrosophie sogar zu einem besonderen Zweige der praktischen Philosophie entwickelt hat, ist schon vor 2000 Jahren bei den Griechen und Römern ebenso wichtig gewesen, wie heutzutage bei den „Liebesmahlen" der Offiziere und bei den „lukullischen Diners" der Millionäre. Die erregte Gemütsstimmung, die sich mit raffiniertem Wechsel verschiedener wohlschmeckender Speisen und Getränke verknüpft und die in den

neuerdings so beliebten Tischreden und Toasten ihren rhetorischen Ausdruck findet, hat ihre physiologische Wurzel in der Harmonie der Geschmacksempfindungen, in den wechselnden Reizen, welche verschiedene „delikate" Speisen und Getränke auf die Geschmacksorgane, Zunge und Gaumen ausüben. Die mikroskopischen Organe dieser Teile der Mundhöhle sind die „Schmeckbecher oder Geschmacksknospen", becherförmige Gebilde, die von spindelförmigen „Schmeckzellen" ausgekleidet sind und eine enge Öffnung nach der Mundhöhle haben. Indem die schmeckbaren Substanzen, Getränke und flüssige oder lösliche Teile der Speisen, die Schmeckzellen berühren, erregen sie die feinen Endäste der Geschmacksnerven, die in letztere übergehen. Da wir nun sehen, daß bei den meisten höheren Tieren gleiche oder ähnliche Einrichtungen in der Mundhöhle bestehen, und daß auch sie ihre Nahrung sorgfältig auswählen, können wir mit Sicherheit schließen, daß die Geschmacksempfindung ähnlich wie beim Menschen geschieht. Dagegen ist das bei vielen niederen Tieren nicht nachzuweisen; namentlich ist hier die Grenze vom Geschmacks- und Geruchssinn nicht festzustellen.

Beim Menschen und den höheren, in der Luft lebenden und luftatmenden Wirbeltieren ist der Sitz des Geruchsinns die Nasenhöhle, und beim Menschen speziell dasjenige Gebiet der Nasenschleimhaut, das als Riechgegend (Regio olfactoria) bezeichnet wird (der oberste Teil der Nasenscheidewand, die obere und mittlere Muschel). Bedingung für die Geruchsempfindung ist, daß die riechbaren Stoffe, die Riechreize oder olfaktorischen Reize, in fein zerteilter Form über die feuchte Riechschleimhaut weggeführt werden. Wenn dieselben die Riechzellen berühren, schlanke stäbchenförmige Zellen, die am freien Ende äußerst feine Härchen (Riechhärchen) tragen, so erregt der olfaktorische Reiz die letzten Enden des Geruchsnerven (Olfactorius), die mit jenen in Verbindung stehen.

Bei vielen Tieren, namentlich Säugetieren, spielt der Geruchssinn eine viel wichtigere Rolle im Leben, als beim Menschen, wo er relativ schwach entwickelt ist. Bekanntlich riechen Hunde und andere Raubtiere, auch Huftiere, ungleich schärfer. Die Nasenhöhle, die den Sitz des Geruchssinns bildet, ist auch hier größer und die darin liegenden „Riechmuscheln" sind stärker entwickelt. Die paarige Nasenhöhle der luftatmenden Wirbeltiere ist ursprünglich aus ein Paar offenen Nasengruben in der Kopfhaut der Fische entstanden. Bei diesen im Wasser lebenden Vertebraten muß die chemische Einwirkung der Riechreize sich aber in anderer Weise vollziehen, ähnlich der Geschmacksempfindung. Denn hier werden die Riechstoffe in flüssiger Form mit der Riechschleimhaut in Berührung gebracht (— beim Menschen sind sie in dieser Form nicht riechbar —). Überhaupt verwischt sich bei den niederen Tieren die Grenze zwischen Geruchssinn und Geschmackssinn vollständig; beide „chemische Sinne" sind nächstverwandt und haben gemeinsam die direkte chemische Einwirkung des Reizes auf die empfindliche Hautstelle.

Eine chemische Stoffempfindung, die vollkommen der echten Geschmacksempfindung der höheren Tiere entspricht, zeigen einige höhere fleischfressende Pflanzen. Die Blätter unseres einheimischen Sonnentaus (Drosera rotundifolia) sind sehr empfindliche Insektenfallen und am Rande mit geknöpften „Tentakeln" besetzt, klebrigen Köpfchenhaaren, die einen sauren, fleischverdauenden Saft absondern. Wenn ein fester Körper (— aber nicht wenn ein Regentropfen! —) die Oberfläche des Blattes berührt, wirkt der Reiz auf das Tentakelköpfchen dergestalt auslösend, daß das Blatt zusammengelegt wird. Aber nur, wenn der feste fremde Körper stickstoffhaltig (Fleisch oder Käse) ist, wird von dem Tentakelköpfchen die saure Flüssigkeit abgesondert, die zu dessen Verdauung dient und dem Magensaft der Tiere entspricht. Das Blatt dieser fleischfressen-

den Pflanzen schmeckt also die Fleischnahrung und unterscheidet sie von anderen festen Körpern, die ihm gleichgültig sind. In weiterem Sinne kann man aber auch die Wurzelspitzen der Pflanzen als „Geschmacksorgane" bezeichnen; denn sie ziehen sich im Erdboden nach den fetteren Stellen hin, die einen größeren Nahrungsgehalt besitzen, und vermeiden die mageren Stellen. Bei einzelligen Pflanzen und Tieren offenbart sich die Wirksamkeit chemischer Reize besonders dann, wenn sie einseitig auf den Organismus einwirken und bestimmte Bewegungen nach dieser einen Richtung hervorrufen (Chemotaxis).

Die Bewegungen von einzelligen Organismen, die durch chemische Reize hervorgerufen und als Chemotropismus (später als Chemotaxis) bezeichnet werden, sind besonders deshalb interessant, weil sie eine chemische, dem Geschmack oder Geruch anzuschließende Sinnesempfindung schon bei den niedersten Organismen, ja schon im homogenen Plasma der Moneren erkennen lassen. Oft wiederholte Versuche von Wilhelm Engelmann, Max Verworn u. a. haben gelehrt, daß viele Bakterien, Diatomeen, Infusorien, Rhizopoden und andere Protisten eine entsprechende Geschmacksempfindung besitzen; sie bewegen sich nach gewissen Säuren hin (z. B. einem Tropfen Äpfelsäure) oder einem Sauerstoffbläschen, das an einer Seite des Wassertropfens eintritt, in dem sich die Protisten unter dem Mikroskop befinden. Viele pathogene Bakterien scheiden giftige Substanzen aus, die für den menschlichen Organismus höchst schädlich sind. Die beweglichen weißen Blutzellen des Menschen oder die Leukozyten haben einen besonderen „Geschmack" für diese Bakteriengifte und wandern mittels ihrer amöboiden Bewegungen massenhaft nach den Körperstellen hin, an denen sie ausgeschieden werden; sie fressen die Bakterien auf. Wenn die Leukozyten im Kampfe mit den Bakterien die stärkeren sind, vertilgen sie dieselben und verhüten als „Reinigungspolizei" die giftige Infektion

unseres Organismus. Wenn aber umgekehrt die Bakterien Sieger sind, so werden sie von den Leukozyten nach anderen Körperstellen hin transportiert; sie unterscheiden deren Plasma durch Geschmack und können eine tödliche Infektion hervorrufen.

Eine ganz besonders interessante und wichtige Art der chemischen Reizwirkung bildet die gegenseitige Anziehung der beiderlei Geschlechtszellen, die ich als erotischen Chemotropismus unterschieden und als älteste phylogenetische Quelle der sexuellen Liebe hervorgehoben habe. Die bedeutungsvollen Erscheinungen der Befruchtung, von allen Vorgängen der geschlechtlichen Zeugung die wichtigsten, beruhen auf der Verschmelzung von zwei verschiedenen Zellen, der weiblichen Eizelle und der männlichen Spermazelle. Diese würde nicht eintreten können, wenn nicht beide Zellen „Empfindung" für ihre chemische Verschiedenheit und Neigung zur gegenseitigen Verbindung hätten; dadurch getrieben, ziehen sie sich an. Diese „sexuelle Wahlverwandtschaft" zeigt sich schon auf den niedersten Stufen des Pflanzenlebens, bei Protophyten und Algen. Hier sind oft beiderlei Zellen beweglich und schwimmen aufeinander zu, um sich zu verbinden, die kleineren (männlichen) Mikrogameten und die größeren (weiblichen) Makrogameten. Bei den höheren Pflanzen und Tieren ist gewöhnlich nur die kleine männliche Spermazelle beweglich und schwimmt auf die große unbewegliche Eizelle zu, um mit ihr zu verschmelzen. Die Empfindung, die sie dazu treibt, ist eine chemische, dem Geruch und Geschmack verwandte Sinnestätigkeit. Das haben die schönen Versuche von Pfeffer bewiesen; er zeigte, daß die männlichen Geißelzellen der Farne durch Äpfelsäure, diejenigen der Moose durch Rohrzucker ebenso angezogen werden, wie durch die Ausdünstung der weiblichen Eizelle. Auf demselben erotischen Chemotropismus beruht aber auch die Befruchtung aller höheren Organismen.

Während wir den erotischen Chemotropismus als

eine allgemeine, bei allen amphigonen Organismen stattfindende Sinnestätigkeit der Sexualzellen betrachten müssen, entwickeln sich daneben noch bei den höheren Organismen besondere Formen des Geschlechtssinnes, die an spezielle Organe geknüpft sind; als Quelle der sexuellen Liebe spielen sie die größte Rolle im Leben vieler Histonen. Beim Menschen, wie bei den meisten höheren Tieren, verbinden sich diese Liebesgefühle mit den höchsten Vorstellungen des Seelenlebens und haben zur Ausbildung der merkwürdigsten Gewohnheiten, Instinkte und Leidenschaften geführt. Wilhelm Bölsche hat in seinem berühmten Werk über „Das Liebesleben in der Natur" (1903) aus diesem unendlich reichen und anziehenden Gebiete der „Lebenswunder" eine Auswahl in geistreicher Weise zusammengestellt. Bekanntlich ist dieser Geschlechtssinn beim Menschen aus demjenigen der nächstverwandten Säugetiere, der Affen, hervorgegangen. Während er aber bei vielen Affen als schamlose und abstoßende Karikatur erscheint, hat er sich beim Menschen im Laufe der Kulturentwicklung unendlich veredelt und verfeinert. Trotzdem sind die sexuellen Sinnesorgane und ihre spezifische Energie dieselben geblieben. Bei den Wirbeltieren wie bei den Gliedertieren und vielen anderen Metazoen sind die Begattungsorgane (Copulativa — Penis des Mannes, Clitoris und Vagina des Weibes) mit besonderen Zellenformen („Wollustkörperchen") ausgestattet, die den Sitz der höchsten Wollustgefühle bilden. Auch die Schamhaare, die den Venusberg bedecken, sind feine Organe des Geschlechtssinnes, ebenso wie die Tasthaare am Munde (Schnurrbart). In merkwürdigster Weise hat sich hier die innige Wechselbeziehung (Korrelation) zwischen den sinnlichen Energieformen der Begattungsorgane und den „geistigen" Funktionen des Zentralnervensystems entwickelt. Auch ein großer Bezirk der übrigen Oberhaut kann hierbei als „sekundäres" Organ des Geschlechtssinnes mitwirken, wie die Liebkosungen beim Streicheln,

Umarmen, Küssen usw. beweisen. Unser größter lyrischer Dichter, Goethe, — zugleich unser feinsinnigster monistischer Philosoph und tiefblickendster Menschenkenner! — hat in unübertrefflicher Form diesem sinnlich-übersinnlichen Urgrund der sexuellen Liebe Ausdruck gegeben. Die Ontogenie lehrt unzweideutig, daß deren Elementarorgane, die Epidermiszellen, ebenso wie die Nerven, sämtlich vom Ektoderm abstammen.

Mit diesem Ausdruck bezeichnet die neuere Physiologie die Empfindung bestimmter innerer Zustände des Körpers, die größtenteils durch chemische Reize (— zum kleineren Teil auch durch mechanische und andere Reize —) in den Organen selbst bewirkt wird. Als subjektive Reizwahrnehmungen des Organismus selbst werden gerade diese Zustände vorzugsweise als „Gefühle" bezeichnet, die positiven als Lust, Wohlbehagen, Entzücken usw., die negativen als Unlust, Unbehagen, Schmerz usw. Für die Selbstregulierung des komplizierten Organismus sind diese Organempfindungen, die auch als „Gemeinempfindungen oder Gemeingefühle" bezeichnet werden, von großer Bedeutung. Zu den positiven Organempfindungen gehören nicht nur das körperliche Gefühl der Sättigung, der Ruhe, des Behagens, sondern auch die psychischen Gefühle der Freude, der behaglichen und freudigen „Stimmung", der Seelenruhe usw. Ebenso gehören zu den negativen Gemeingefühlen nicht bloß Hunger und Durst, körperliche Ermüdung, Leibschmerzen und Seekrankheit, sondern auch psychische „Abspannung", Schwindel, verdrießliche und traurige Stimmung usw. Zwischen beiden Gruppen steht die dritte Gruppe der neutralen Organempfindungen, die weder Schmerz noch Lust bedeuten, sondern bloß die Wahrnehmung gewisser innerer Zustände, z. B. der Muskelspannung (beim Heben schwerer Gegenstände), der gegenseitigen Lage der Glieder unseres Körpers (beim Kreuzen der Beine) usw.

Ganz allgemein in der Natur ist die Empfindung

für den mechanischen Reiz der Massenanziehung, dessen umfassendsten Begriff das Gravitationsgesetz von Newton darstellt. Nach diesem, das ganze Universum beherrschenden Grundgesetze ziehen sich je zwei Massenteilchen im geraden Verhältnisse ihrer Massen und im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats ihrer Entfernung an. Auch diese Anziehung ist auf die „Massenempfindung" der sich gegenseitig anziehenden Atome zurückzuführen. Die lokale Empfindung, die irgendein Körper bei der Berührung auf die Oberfläche eines Organismus ausübt, wird als Druck (Baros) empfunden. Ein Reiz, den dieser Druck einseitig ausübt, ruft als Reaktion den Gegendruck hervor und das Streben nach Ausgleichung derselben, die Druckbewegung (Barotaxis oder Barotropismus). Die Empfindlichkeit gegen den Druck oder die Berührung fester Körper ist in der organischen Welt allgemein verbreitet; sie läßt sich experimentell schon bei den Protisten ebenso nachweisen, wie bei den Histonen. Als Organe dieses Drucksinnes (der Barästhese) sind bei den höheren Tieren besondere Sinnesorgane in der Haut entwikkelt, die „Tastkörperchen"; sie sind am zahlreichsten in den Fingerspitzen und anderen, besonders „empfindlichen" Teilen. Bei vielen höheren Tieren sind besonderer Sitz einer feinen Tastempfindung die Fühler oder Tentakeln, bei höheren Gliedertieren die „Fühlhörner" oder Antennen. Aber auch bei den höheren Pflanzen sind solche Tast- und Greiforgane weit verbreitet, namentlich bei den kletternden Gewächsen (Weinrebe, Zaunrübe u.a.). Die dünnen Ranken derselben, die sich spiralig krümmen und aufrollen, besitzen ein sehr feines Gefühl für die Beschaffenheit der Stützen, die sie umfassen; sie unterscheiden glatte und rauhe, dicke und dünne Stützen, und ziehen die letzteren den ersteren vor. Manche höheren Pflanzen, die in besonderem Grade gegen Druck empfindlich sind, zum Teil sogar besondere Tastorgane (Tentakeln) besitzen, äußern dies durch Bewegungen der Blätter (die „Sinnpflanzen",

Mimosa, Dionaea, Oxalis). Aber auch schon auf die einzelligen Protisten übt die Berührung fester Körper einen Reiz aus, dessen Empfindung entsprechende Bewegungen auslöst (Thigmotaxis oder Thigmotropismus). Eine eigentümliche Form der Druckempfindung wird bei manchen Organismen durch die Strömung von Flüssigkeiten hervorgerufen; bei Myzetozoen z. B. ruft dieselbe entsprechende Gegenbewegungen hervor (Rheotaxis, Rheotropismus), wie Ernst Stahl durch Versuche an Aethalium septicum gezeigt hat.

Eine interessante Analogie zu der Thigmotaxis des festflüssigen lebendigen Plasma bietet die Elastizität der festen anorganischen Körper, z. B. eines elastischen Stahlstabes. Vermöge seiner „Schnellkraft oder Federkraft" reagiert der elastische Metallstab gegen die Druckwirkung der Kraft, die ihn gebogen hat, und strebt seine frühere Gestalt wieder anzunehmen. Vermöge ihrer Torsionselastizität setzt die spiralig aufgewundene Stahlfeder der Taschenuhr deren Uhrwerk in Bewegung.

Eine besonders wichtige Rolle spielt in der Botanik die Einwirkung, welche die Schwerkraft auf das Wachstum der Pflanzen ausübt. Die Massenanziehung nach dem Mittelpunkt der Erde bewirkt, daß die positiv geotropischen Wurzeln senkrecht in die Erde hineinwachsen, während die negativ geotropischen Stengel in entgegengesetzter Richtung emporwachsen. Dasselbe gilt für viele festsitzende Tiere, die mit Wurzeln am Boden befestigt sind, Polypen, Korallen, Bryozoen usw. Aber auch die Ortsbewegung der frei lebenden Tiere, die Lagebeziehungen ihrer Körper zum Boden, die Stellung und Haltung ihrer Gliedmaßen usw. wird teils durch die Empfindung der Schwerkraft bestimmt, teils durch Anpassung an bestimmte Funktionen, die dieser entgegenwirken, beim Laufen, Schwimmen usw. Alle diese geotropischen Empfindungen gehören in dieselbe Gruppe von barotaktischen Erscheinungen, wie der Fall des Steins oder jede andere Wirkung

der Schwerkraft, die auf der anorganischen Empfindung der Massenanziehung beruht.

Infolge dieser Anpassungen entwickelt sich bei den höheren, frei beweglichen Tieren ein ausgeprägter Raumsinn. Die Empfindung der drei Raumdimensionen wird hier zu einem wichtigen Orientierungsmittel, und bei den Wirbeltieren entwickeln sich, von den Fischen aufwärts bis zum Menschen, als besondere Organe desselben die drei Ringkanäle im Gehörorgan. Diese drei halbzirkelförmigen Kanäle, die aufeinander senkrecht in den drei Dimensionen des Raumes liegen, vermitteln zunächst die Empfindung für die Kopfstellung und Kopfbewegung, in Beziehung damit aber auch die normale Körperhaltung und das Gefühl für das Gleichgewicht. Wenn man die drei Ringkanäle zerstört, geht das Gleichgewicht verloren; der Körper schwankt und fällt um. Diese Organe haben also nicht akustische, sondern statische oder geotaktische Bedeutung, und dasselbe gilt für die sogenannten „Gehörbläschen" vieler niederen Tiere, kugelige Bläschen, die außer einer Flüssigkeit einen festen Körper enthalten, den „Gehörstein" (Otolith). Wenn dieser Körper seine Lage mit der Haltung des ganzen Tierkörpers verändert, drückt er auf die feinen Hörhärchen, die als Endzweige des Hörnerven in das Bläschen eintreten. Indessen ist wahrscheinlich der Gleichgewichtssinn oft mit dem Gehörsinn kombiniert.

Die Wahrnehmung von Geräuschen, Tönen und Klängen, die man als Gehör oder Schallempfindung bezeichnet, ist auf einen Teil der höheren, frei beweglichen Tiere beschränkt; vorausgesetzt, daß nicht auch die eben erwähnten „Gehörbläschen" niederer Tiere neben den statischen auch akustische Empfindungen vermitteln. Die spezifische Empfindung des „Hörens" entsteht durch Schwingungen des Mediums, in dem das Tier lebt (Luft oder Wasser), oder durch Schwingungen fester Körper (z. B. Stimmgabeln), die mit demselben in Berührung gebracht werden. Wenn die Schwingungen unregelmäßig sind,

werden sie als „Geräusche", wenn sie regelmäßig sind, als „Töne" empfunden; wenn mehrere Töne zusammen (Grundton und Obertöne) eine Mischempfindung erregen, wird diese als Klang bezeichnet. Die Schwingungen der tönenden Körper werden auf die Hörzellen übertragen, welche die Endausbreitung des Hörnerven darstellen. Die spezifische Empfindung des Gehörs ist also ursprünglich auf die Druckempfindung zurückzuführen, aus der sie hervorgegangen ist. Da das Gehörorgan ebenso wie das Auge zu den wichtigsten Werkzeugen des höheren Seelenlebens gehört, und da das raffinierte musikalische Gehör des modernen Kulturmenschen vielfach als eine metaphysische Seelentätigkeit aufgefaßt wird, ist es wichtig zu konstatieren, daß auch hier wieder der Ausgangspunkt ein rein physischer ist, d. h. auf die Druckempfindung der Masse, die Schwerkraft zurückzuführen.

Die große Bedeutung, welche die Elektrizität in der ganzen Natur besitzt, ebenso in der organischen wie in der anorganischen, ist erst neuerdings in ihrem ganzen Umfang gewürdigt worden. Mit vielen (oder nach neuerer Annahme mit allen) chemischen und optischen Prozessen sind auch elektrische verknüpft. Aber wie weit eine besondere Empfindung dafür in den verschiedenen Klassen der Organismen verbreitet ist, davon wissen wir sehr wenig. Der Mensch selbst und die meisten höheren Tiere besitzen keine elektrischen Organe (vom Auge abgesehen) und keine Sinnesorgane, welche eine spezifische „elektrische Empfindung" vermitteln. Anders ist dies wahrscheinlich bei vielen niederen Tieren, und namentlich solchen, die freie Elektrizität entwickeln, wie die elektrischen Fische. Froschlarven und Fischembryonen stellen sich in einem Wassergefäß, durch das ein galvanischer Strom geleitet wird, bei dessen Schließung mit ihrer Längsachse in die Richtung der Stromkurven, und zwar so, daß der Kopf nach der Anode, der Schwanz nach der Kathode gerichtet ist (Hermann). Auch die leuchtenden Seetiere, die das

schöne Phänomen des „Meerleuchtens" bewirken, ferner die Leuchtkäfer und andere lichtentwickelnde Organismen besitzen wahrscheinlich unbewußte Empfindung für die damit verknüpften Strömungen der elektrischen Energie. Vielleicht hängt damit auch unser „Muskelgefühl" zusammen. Direkte Reaktion gegen elektrische Reize zeigen viele Pflanzen; wenn man durch die Wurzelspitzen (— sehr empfindliche „Sinnesorgane", von Darwin mit dem Gehirn der Tiere verglichen! —) längere Zeit einen konstanten galvanischen Strom gehen läßt, so krümmen sie sich nach der Kathode hin.

Sehr empfindlich gegen elektrische Ströme sind viele Protisten, wie namentlich Max Verworn durch eine Reihe von schönen Versuchen gezeigt hat. Die meisten Wimperinfusorien (Ciliata) und viele Rhizopoden (Amoeba) sind kathodisch-empfindlich oder negativ-galvanotaktisch. Wenn man durch einen Wassertropfen, in dem Tausende von Paramaecium durcheinanderwimmeln, einen konstanten elektrischen Strom leitet, so schwimmen sofort alle Infusorien, mit dem vorderen Körperpol voran, nach der Kathode oder dem negativen Pol hin; sie sammeln sich in dicht gedrängten Massen um denselben an. Wird nun die Richtung des Stromes gewechselt, so macht die ganze Gesellschaft kehrt und schwimmt sofort in entgegengesetzter Richtung nach der neuen Kathode hin. Umgekehrt verhalten sich die meisten Geißelinfusorien (Flagellata); sie sind anodisch-empfindlich oder positiv-galvanotaktisch. In einem Wassertropfen, in dem Scharen von Polytoma umherwimmeln, schwimmen bei Durchleitung eines galvanischen Stromes alle Zellen sofort nach der Anode oder dem positiven Pol hin. Sehr interessant ist das entgegengesetzte galvanotropische Verhalten dieser beiden Infusoriengruppen in einem Wassertropfen, in dem sie gemischt durcheinanderwimmeln; sobald ein konstanter Strom in denselben eintritt, schwimmen die Ciliaten nach der Kathode, die Flagellaten nach der Anode hin. Beim Stromwechsel rücken beide Scha-

ren wie zwei feindliche Heere aufeinander los, kreuzen sich in der Mitte des Tropfens und sammeln sich an den entgegengesetzten Polen wieder an. Diese und andere Erscheinungen der galvanischen Empfindung lehren deutlich, daß das lebendige Plasma denselben physikalischen Gesetzen unterworfen ist, wie das Wasser, das durch den elektrischen Strom in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt wird; beide Elemente empfinden die entgegengesetzten Elektrizitäten.

Vierzehntes Kapitel

GEISTESLEBEN

**Geist und Seele. Psyche und Phronema.
Entwicklung des Geistes. Vernunft. Kultur. Wissenschaft.**

Unter allen „Lebenswundern" das größte und interessanteste ist ohne Zweifel der Geist des Menschen. Denn diejenige Tätigkeit unseres menschlichen Organismus, die wir in engerem Sinne „unseren Geist" nennen, ist nicht allein für uns selbst die bedeutendste Quelle alles höheren Lebensgenusses und alles individuellen Wertes, sondern auch diejenige Eigenschaft, die den Menschen nach der herrschenden Anschauung ganz besonders vom Tiere unterscheidet. Es ist daher für unsere biologische Philosophie von fundamentaler Bedeutung, das Wesen unseres Geistes und seine Beziehung zum Körper, seine Entstehung und Entwicklung einer unbefangenen kritischen Untersuchung zu unterwerfen.

Schon im Beginne dieser allgemeinen psychologischen Untersuchung stoßen wir auf die Schwierigkeit, den Begriff des „Geistes" klar festzustellen und ihn vom Begriffe der „Seele" scharf zu unterscheiden. Beide Begriffe sind sehr vieldeutig; ihr Inhalt und Umfang ist zu verschiedenen Zeiten und von den verschiedenen Vertretern der Wissenschaft in der mannigfaltigsten Weise definiert worden. Im weitesten Sinne kann man „Geist" mit Gott (als allumfassender „Weltgeist", im Sinne des Pantheismus) gleichbedeutend nehmen, oder mit Energie (als allwirksame „Weltkraft", im Sinne des Dynamismus).

Im engeren Sinne nennt man aber Geist auch denjenigen Teil des Seelenlebens, der mit dem Denken und Bewußtsein verknüpft ist, also nur denjenigen höheren Tieren zukommt, die Verstand oder Vernunft besitzen. Im engsten Sinne endlich wird nur die Vernunft als die eigentliche Geistestätigkeit und als der wesentlichste Vorzug des Menschen vor dem Tiere angesehen. In diesem Sinne hat namentlich Kant die herrschende Auffassung der Geistestätigkeit befestigt und durch seine „Kritik der reinen Vernunft" die Philosophie geradezu als „Vernunftwissenschaft" hingestellt. Dieser noch gegenwärtig in den wissenschaftlichen Kreisen überwiegenden Begriffsbestimmung zufolge wollen auch wir zunächst das Geistesleben in der Vernunfttätigkeit erblicken und das große „Lebenswunder" der Vernunft näher ins Auge fassen.

Über den Unterschied dieser beiden höheren Seelentätigkeiten haben die Psychologen und Metaphysiker sehr verschiedene Ansichten aufgestellt. Schopenhauer z. B. schreibt dem Verstande als einzige Funktion „Kausalität" zu, der Vernunft hingegen „Begriffsbildung"; letztere allein soll den Menschen vom Tiere unterscheiden. Indessen findet sich das Vermögen der Abstraktion, welches das Gemeinsame mehrerer anschaulicher Vorstellungen zu einem Begriffe vereinigt, auch schon bei den höheren Tieren vor. Intelligente Hunde unterscheiden nicht allein die einzelnen Personen der Menschen, der Katzen usw., von denen ihnen die einen sympathisch, die anderen widerwärtig sind, sondern sie besitzen auch schon die Begriffe von Mensch und Katze und verhalten sich gegen beide sehr verschieden. Anderseits ist das Vermögen der Begriffsbildung bei den niedersten Naturvölkern noch in der Gegenwart so gering, daß sie sich nur wenig über die Vernunft der Hunde, Pferde usw. erheben; ihr geistiger Abstand von den höheren Kulturmenschen ist ungeheuer groß. Aber eine lange „Skala der Vernunft" verbindet die verschiedenen Stufen der Assozion oder Verknüpfung

der Vorstellungen, die zur Begriffsbildung führen; und ebenso ist es unmöglich, eine scharfe absolute Grenze zwischen den niederen und höheren Verstandestätigkeiten der Tiere, sowie zwischen letzteren und der Vernunft zu ziehen. Der Unterschied zwischen beiden Gehirnfunktionen ist daher nur relativ und dahin zu bestimmen, daß der Verstand den engeren Kreis der konkreten, näherliegenden Assozionen umfaßt, die Vernunft hingegen den weiteren Kreis der abstrakten umfassenderen Assozionsgruppen. Daher ist im wissenschaftlichen Geistesleben zunächst immer der Verstand bei der empirischen Forschung, weiterhin aber die Vernunft bei der spekulativen Erkenntnis tätig. Beide Gehirntätigkeiten sind aber in gleicher Weise physiologische Arbeitsleistungen oder Funktionen des Phronema, von der normalen anatomischen und chemischen Beschaffenheit dieses Denkorgans abhängig.

Seit Immanuel Kant durch seine „Kritik der reinen Vernunft" (1781) diesen Begriff zu einem der wichtigsten in der neueren Philosophie erhoben hatte, ist derselbe namentlich in der Erkenntnistheorie der modernen Metaphysik zu größter Geltung gelangt; er hat aber, gleich allen anderen Grundbegriffen, im Laufe der Zeit wesentliche Verwandlungen durchgemacht. Kant selbst verstand ursprünglich unter „„Reiner Vernunft" die „von aller Erfahrung unabhängige Vernunft". Unsere unbefangene moderne Psychologie, gegründet auf die Physiologie des Gehirns und die Phylogenie seiner Funktionen (— der „Seele" —), hat uns aber überzeugt, daß es solche reine, von aller Erfahrung unabhängige Erkenntnisse a priori gar nicht gibt; die Vernunft, die uns als solche „Erkenntnis a priori" gegenwärtig erscheint, ist ursprünglich a posteriori, durch Tausende von Erfahrungen erworben worden. Insofern es sich um wirkliche Erkenntnis der Wahrheit handelt, hat das Kant selbst mehrfach anerkannt; er sagte in der „Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können" (1783,

S. 204) ausdrücklich: „Alle Erkenntnis von Dingen aus bloßem reinen Verstande oder reiner Vernunft ist nichts als lauter Schein, und nur in der Erfahrung ist Wahrheit." Indem wir uns dieser empirischen Erkenntnistheorie von Kant Nr. 1 anschließen und die entgegengesetzte transzendentale von Kant Nr. 2 verwerfen, können wir unsererseits unter reiner Vernunft nur die „voraussetzungslose Erkenntnis", frei von allem Dogma, unbefangen von allen Glaubensdichtungen verstehen.

Das bekannte Losungswort der modernen Metaphysik: „Rückkehr zu Kant", hat besonders in Deutschland solche Geltung erlangt, daß nicht nur fast alle Metaphysiker — die offiziellen Vertreter der „Philosophie" an unseren Universitäten —, sondern auch viele hervorragende Naturforscher die dualistische Erkenntnistheorie von Kant als Vorbedingung der Wahrheitsforschung betrachten. Wie im Mittelalter Aristoteles, so hat im 19. Jahrhundert Kant vermöge seiner gewaltigen Autorität den Weg der Weltanschauung für die überwiegende Masse der Kulturmenschen bestimmt. Der Einfluß dieser Autorität ist besonders deshalb so mächtig geworden, weil der herrschende christliche Kirchenglaube durch Kants „Kritik der praktischen Vernunft" die unbedingte Geltung der drei großen Zentralmysterien der Metaphysik festgestellt glaubte: der persönliche Gott, die unsterbliche Seele und die Freiheit des Willens. Dabei wurde übersehen, daß Kant selbst früher in seiner „Kritik der reinen Vernunft" keinerlei Beweise für die Wahrheit jener drei Glaubenssätze hatte finden können. Auch von seiten der konservativen Staatsregierungen fand diese dualistische Weltanschauung die bereitwilligste Unterstützung. Um so mehr erscheint es uns als Pflicht unserer ehrlichen Wahrheitsforschung, hier nochmals auf den unheilvollen und unhaltbaren Dualismus der Kantschen Metaphysik hinzuweisen. Übrigens ist diese Antinomie der beiden Vernünfte von Kant schon so oft und so gründlich von verschiedenen Seiten beleuchtet wor-

den, daß wir hier nicht näher darauf einzugehen brauchen (vgl. Kapitel 19).

Obwohl der große Philosoph von Königsberg mit seinem umfassenden kritischen Geiste alle Seiten des Menschenlebens in Betracht zog, blieb doch der Mensch für ihn, ebenso wie für Plato und Aristoteles, Christus und Descartes, ein Doppelwesen, zusammengesetzt aus einem physischen Körper und einem transzendenten Geiste. Die vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte, die uns jetzt die festen morphologischen Fundamente für unsere monistische Anthropologie liefert, entstand erst im Anfange des 19. Jahrhunderts; sie existierte zur Zeit von Kant noch nicht. Er hatte jedoch eine Ahnung von deren Bedeutung, wie Fritz Schultze in seiner interessanten Schrift über „Kant und Darwin" (1875) gezeigt hat; an einzelnen Stellen finden sich Aussprüche, die man geradezu als Vorläufer von Darwins Lehren deuten kann. Auch hielt Kant Vorlesungen über „Pragmatische Anthropologie" und beschäftigte sich mit Völkerpsychologie und dem Studium der Menschenrassen. Um so mehr muß es auffallen, daß er nicht zu einer phylogenetischen Auffassung des menschlichen Geistes gelangte und an die Möglichkeit seiner stufenweisen Entwicklung aus der Seele anderer Wirbeltiere dachte. Offenbar hinderte ihn daran der tief mystische Zug seiner Vernunftlehre, das Dogma von der unsterblichen Seele, von der Willensfreiheit und vom kategorischen Imperativ. Die Vernunft blieb für Kant ein transzendentales „Lebenswunder", und dieser dualistische Irrtum übte den größten Einfluß auf den Ausbau seiner ganzen kritischen Philosophie. Allerdings waren auch damals die Kenntnisse vom Seelenleben der Naturvölker noch höchst unvollkommen; aber schon die kritische Vergleichung der damals bekannten Erfahrungen darüber hätte von dem niederen tierischen Zustande ihres Geisteslebens überzeugen können. Wenn Kant Kinder gehabt und die Entwicklung der Seele des Kindes schrittweise verfolgt hätte (wie ein Jahrhundert

später durch Preyer geschah), würde er schwerlich in seinem Irrtum beharrt haben, daß die Vernunft mit ihrem Vermögen, Erkenntnisse a priori zu gewinnen, ein transzendentales „Lebenswunder", ein übernatürliches, dem Menschen allein vom Himmel gegebenes Geschenk sei.

Tatsächlich rührt die falsche dualistische Auffassung des menschlichen Geisteslebens, die wir zuerst bei Plato antreffen und die Kant systematisch ausbildete, großenteils davon her, daß sie an eine natürliche historische Entwicklung desselben gar nicht dachten; es fehlte ihnen die vergleichende und genetische Methode, der wir seit einem halben Jahrhundert die größten Aufschlüsse verdanken. Für Kant und seine Nachfolger, die sich fast nur auf die einseitige introspektive Methode, auf die Selbstbeobachtung ihres eigenen Geistes beschränkten, blieb dieser hochentwickelte, in allen Kunstleistungen der Begriffsakrobatik dressierte Philosophengeist das Modell der Menschenseele überhaupt, und die niederen Stufen der Seelentätigkeit, wie sie bei Kindern und Wilden sich finden, wurden außer Betracht gelassen.

Der gewaltige Aufschwung der Menschenkunde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts untergrub die dogmatische ältere Anthropologie und ihre dualistische Begründung durch Kant an der Wurzel. Zahlreiche, inzwischen neu entstandene Zweige der Naturwissenschaft wirkten dabei zusammen. Die vergleichende Anatomie überzeugte uns, daß unser ganzer komplizierter Körperbau demjenigen der übrigen Säugetiere gleich und speziell von demjenigen der Menschenaffen nur durch geringe Differenzen im Wachstum und demzufolge auch in der Form der einzelnen Teile verschieden ist. Die vergleichende Histologie des Gehirns insbesondere zeigte, daß dieser Satz auch für das Gehirn, als das eigentliche Geistesorgan, gilt. Durch die vergleichende Keimesgeschichte erfuhren wir, daß auch die individuelle Entwicklung unseres menschlichen Körpers aus der einfachen Eizelle genau ebenso verläuft, wie bei den

Menschenaffen; ja, daß die Embryonen derselben auch noch auf späteren Reifestufen von den menschlichen kaum zu unterscheiden sind. Die vergleichende Tierchemie ergab, daß auch die chemischen Verbindungen, die die Organe unseres Körpers aufbauen, und die Energieumsätze, die ihren Stoffwechsel begleiten, denjenigen der übrigen Wirbeltiere gleichen. Ebenso lehrte uns die vergleichende Physiologie, daß sämtliche Lebenstätigkeiten, Ernährung und Fortpflanzung ebenso wie Bewegung und Empfindung, beim Menschen auf die gleichen physikalischen Gesetze zurückzuführen sind, wie bei allen anderen Vertebraten. Insbesondere überzeugte uns die vergleichende und experimentelle Untersuchung der Sinnesorgane und der einzelnen Gehirnteile, daß auch diese Geistesorgane in gleicher Weise beim Menschen wie bei den übrigen Primaten arbeiten. Die neuere Paläontologie ergab, daß das Menschengeschlecht zwar mehr als hunderttausend Jahre alt, aber doch erst in später Tertiärzeit auf der Erde erschienen ist. Die prähistorische Forschung und die vergleichende Ethnologie zeigten, daß den Kultur- und Zivilmenschen ältere, niedere Barbaren und diesen rohe Wilde vorausgegangen sind, die sich körperlich und geistig an die Menschenaffen anschließen. Endlich setzte die reformierte Deszendenztheorie 1859 uns in den Stand, die bedeutungsvollen Ergebnisse aller dieser verschiedenen anthropologischen Forschungen einheitlich zusammenzufassen und durch die Abstammung des Menschen von anderen Primaten (— Menschenaffen, Hundsaffen, Halbaffen usw. —) phylogenetisch zu erklären. Dadurch wurde für die moderne Anthropologie eine ganz neue, monistische Basis geschaffen; die Ausnahmestellung des Menschen in der Natur, die die dualistische Metaphysik behauptet hatte, wurde für immer unhaltbar.

Die monistische Auffassung des menschlichen Körpers und Geistes, welche die Deszendenztheorie auf zoologischer Basis herbeiführte, mußte naturgemäß den schärfsten Widerstand in den dualistischen Krei-

sen der herrschenden Metaphysik finden. Sie erfuhr aber auch außerdem entschiedene Abweisung bei einem großen Teile der empirischen, modernen Anthropologie, namentlich von demjenigen Zweige derselben, der als sein Hauptziel die möglichst „exakte" Erforschung des menschlichen Körpers und die genaue Messung und Beschreibung seiner einzelnen Teile verfolgt. Man durfte erwarten, daß diese deskriptive Anthropologie und Ethnologie mit Freuden die Hand der jungen Anthropogenie ergreifen und ihren leitenden Grundgedanken benützen würde, um Einheit und ursächliches Verständnis in die bunte Fülle des massenhaft sich aufhäufenden empirischen Materials zu bringen. Indessen geschah das nur in sehr beschränktem Umfange. Die Mehrzahl der sogenannten Anthropologen lehnte die Deszendenztheorie und ihren wichtigsten Folgeschluß, die „Abstammung des Menschen vom Affen", als eine unbewiesene Hypothese ab; sie beschränkte sich darauf, in emsiger Detailarbeit immer neues empirisches Rohmaterial dem wachsenden Kenntnishaufen hinzuzufügen, ohne ein klares Ziel und bestimmte Fragen vor Augen zu haben. Das gilt ganz besonders in Deutschland, wo seit dreißig Jahren die Deutsche Gesellschaft für Anthropologie und Urgeschichte unter der Leitung von Rudolf Virchow stand. Dieser berühmte Naturforscher hatte durch seine Zellularpathologie und zahlreiche ausgezeichnete Arbeiten im Gebiete der pathologischen Anatomie und Histologie seit der Mitte des 19. Jahrhunderts sich die größten Verdienste um die Reform der Medizin erworben. Indem er aber später (seit seiner Übersiedelung nach Berlin, 1856) seine Haupttätigkeit politischen und sozialen Zielen widmete, verlor er die gewaltigen Fortschritte auf anderen Gebieten der Biologie aus den Augen; namentlich vermochte er für deren wichtigsten Gewinn, die Begründung der Deszendenztheorie durch Darwin, kein Verständnis zu gewinnen. Dazu kam eine prinzipielle „psychologische Metamorphose" (— ähnlich wie bei Wundt,

Baer, Dubois-Reymond und anderen —), die ich im 6. Kapitel der „Welträtsel" besprochen habe. Die außerordentliche Autorität, deren sich Virchow erfreute, und der unermüdliche Eifer, mit dem er alljährlich bis zu seinem Tode (1903) die Abstammung des Menschen von anderen Wirbeltieren bekämpfte, bewirkten in weitesten Kreisen einen zähen Widerstand gegen die Deszendenztheorie. Verstärkt wurde derselbe namentlich durch Johannes Ranke in München, den Sekretär der Anthropologischen Gesellschaft. Erst in jüngster Zeit ist in dieser Beziehung eine günstige Wendung eingetreten. Immerhin ist meine Anthropogenie, als der erste Versuch, die ganze Stammesgeschichte des Menschen im Zusammenhang zu begründen und sie durch seine Keimesgeschichte zu erklären, seit dreißig Jahren das einzige Werk seiner Art geblieben.

Als sicherstes Fundament unserer monistischen Psychologie habe ich im 8. und 9. Kapitel der „Welträtsel" die Tatsache in den Vordergrund gestellt, daß sich der menschliche Geist entwickelt. Gleich jeder anderen Funktion unseres Organismus zeigt auch unsere Geistestätigkeit die Naturerscheinung der Entwicklung in einer doppelten Richtung, individuell an jedem einzelnen Menschen, phyletisch an der Menschengattung. Die Ontogenie des Geistes — oder die Keimesgeschichte der menschlichen Seele — führt uns durch unmittelbare Beobachtung die verschiedenen Entwicklungsstufen vor Augen, die das Geistesleben jedes einzelnen Menschen vom Beginn seiner Existenz bis zum Tode durchläuft. Die Phylogenie des Geistes — oder die Stammesgeschichte der Menschenseele — gestattet eine solche unmittelbare Beobachtung nicht; sie kann nur erschlossen werden durch Vergleichung und Synthese der historischen Überlieferungen, die uns einerseits die Kulturgeschichte und Urgeschichte des Menschen bietet, anderseits die kritische Vergleichung der verschiedenen Stufen des Geisteslebens bei den Naturvölkern und den höheren Wirbeltieren. Dabei bedient sie sich

mit größtem Erfolge des Biogenetischen Grundgesetzes (Kapitel 16).

Das neugeborene Kind zeigt bekanntlich noch keine Spur von Geist, kein Anzeichen von Vernunft und Bewußtsein; diese höheren Seelentätigkeiten fehlen ihm noch ebenso vollkommen, wie dem Keime, aus dem es sich innerhalb des Mutterleibes in neun Monaten entwickelt hat. Selbst im neunten Monate, wo die meisten Organe des menschlichen Embryo schon in der späteren Form angelegt oder ausgebildet sind, verrät derselbe in seinem Seelenleben keine Spur von Geist, so wenig als die Eizelle der Mutter und die Spermazelle des Vaters, durch deren Vermischung er entstanden ist. Der Augenblick, in dem diese beiden Geschlechtszellen nach erfolgter Begattung im Eileiter des Weibes zusammentreffen und miteinander verschmelzen, bezeichnet haarscharf den realen Beginn der individuellen Existenz, also auch der „Seele" (als potentieller Plasmafunktion!). Aber der eigentliche „Geist", d. h. die Vernunft als höhere, bewußte Seelentätigkeit, beginnt erst lange nach der Geburt langsam und stufenweise sich zu entwickeln. Beim Neugeborenen ist, wie Flechsig anatomisch gezeigt hat, die Großhirnrinde noch nicht hoch organisiert und funktionsfähig. Selbst, nachdem das Kind schon zu sprechen angefangen hat, fehlt ihm noch das vernünftige Bewußtsein; es äußert sich zum ersten Male (nach dem ersten Lebensjahre) in dem Augenblick, in dem das Kind von sich nicht in der dritten Person, sondern als „Ich" spricht. Mit dem Ichbewußtsein ist zugleich der Gegensatz des Individuums zur Außenwelt, das Weltbewußtsein ausgesprochen; damit erst beginnt das eigentliche „Geistesleben".

Wenn wir die Entstehung des individuellen Menschengeistes durch das Erwachen des persönlichen Bewußtseins, der „Ich-Vorstellung", charakterisieren, so gewinnen wir dadurch zugleich die Möglichkeit, vom physiologischen Standpunkte des Monismus die Begriffe „Seele" (Psyche) und „Geist" (Pneuma) zu unterscheiden. Beseelt ist schon die Eizelle der

Mutter und die Spermazelle des Vaters (vgl. Kapitel 11); eine individuelle Seele besitzt schon die Stammzelle (Cytula), die nach erfolgter Befruchtung durch die Verschmelzung beider Elternzellen entstanden ist. Aber der eigentliche Geist, die denkende und begreifende Vernunft entwickelt sich aus dem tierischen Verstande (oder früher Instinkte) des Kindes erst mit dem Bewußtsein seiner Persönlichkeit, im Gegensatze zur Außenwelt. Damit erreicht zugleich das Kind die höhere Wertstufe der Persönlichkeit, die das Recht seit alter Zeit mit seinem Schutze umgibt und zugleich der Gesellschaft gegenüber durch die Erziehung moralisch verantwortlich macht. Diese Erwägung zeigt zugleich, wie irrtümlich und vom Standpunkte der physiologischen Wissenschaft unhaltbar die noch heute geltenden Rechtsbegriffe unserer Gesetzbücher über das Seelenleben und den Geist des Embryo und des neugeborenen Kindes sind; sie stammen größtenteils aus den kanonischen Rechtslehren der papistischen Kirche.

Von besonderem psychologischen Interesse sind die dualistischen Vorstellungen, welche die christliche Kirche im Mittelalter über das Seelenleben des menschlichen Embryo ausbildete; sie sind zugleich von großer praktischer Bedeutung bis zur Gegenwart geblieben, weil ein großer Teil ihrer moralischen Folgerungen einen wichtigen Bestandteil des sogenannten kanonischen Rechtes bildet und als solches in unsere modernen Gesetzbücher übergegangen ist. Dieses einflußreiche Jus canonicum entstand unter kirchlicher Autorität durch die Beschlüsse der katholischen Konzile und die Dekretalien der römischen Päpste; es ist gleich den meisten Dogmen und Dekreten, die die moderne Kultur dieser mächtigen Hierarchie verdankt, ein buntes Gewebe von alten Traditionen und neuen Trugschlüssen, von politischen Dogmen und krassem Aberglauben; berechnet auf die tyrannische Beherrschung der ungebildeten Volksmassen und die alleinige Gewaltherrschaft der Kirche — einer „katholischen oder allein seligma-

chenden" Kirche, die sich christlich nennt und dabei das direkte Gegenteil des ursprünglichen reinen Christentums darstellt. Seinen Namen führt das kanonische Recht von den dogmatischen Rechtssatzungen der Kirche (Canones); man denkt aber dabei unwillkürlich an die Metallröhren, welche als „Ultima ratio regis" in den Kriegen der von christlicher Bruderliebe erfüllten Kulturnationen das letzte Wort sprechen. So wenig diese Metallröhren als Organe der nackten physischen Gewalt mit den ethischen Gesetzen der reinen Vernunft zu tun haben, so wenig gilt dasselbe von den kanonischen Rechtssatzungen der Kirche als Werkzeugen der rohen geistigen Vergewaltigung; man könnte über das geheiligte „Corpus juris canonici" die Devise setzen: „Ultima ratio ecclesiae". Sehr zweckmäßig wurde eine Sammlung späterer päpstlicher Dekretalien, die einen Anhang des kanonischen Rechtsbuches bildet, offiziell als Extravaganten bezeichnet. Zu dem extravaganten Unsinn, den die Päpste im kanonischen Recht als heiligen Moralkodex der gläubigen Christenheit aufgebunden haben, gehören auch ihre Bestimmungen über das Seelenleben des menschlichen Embryo. Die „unsterbliche Seele" (— die später durch die Taufe von der Gewalt des Teufels und der Sünde erlöst wird! —) soll erst mehrere Wochen nach der Empfängnis in den seelenlosen Embryo „einfahren". Da die Ansichten der Theologen und Metaphysiker über den Zeitpunkt dieser „Seeleneinfuhr" weit auseinandergehen, und da ihnen der Körperbau des Embryo und seine Entwicklung unbekannt sind, wollen wir nur an die Tatsachen erinnern, daß noch in der sechsten Woche seiner Entwicklung der Embryo des Menschen von demjenigen der Menschenaffen und anderer Säugetiere überhaupt nicht zu unterscheiden ist; an dem großen Kopfe sind bereits die Anlagen der fünf Hirnblasen und der drei höheren Sinnesorgane, Nase, Auge und Gehörbläschen, zu unterscheiden; am Rumpf sind beide Gliedmaßenpaare in Gestalt von vier einfachen, rundlichen, ungegliederten

Platten vorhanden; am Hinterende ragt noch das spitze Schwänzchen frei vor, das rudimentäre Erbstück von unseren langschwänzigen Affenahnen. Obgleich die Großhirnrinde auf dieser niederen Entwicklungsstufe noch nicht entwickelt ist, wird der Embryo doch bereits als „beseelt" betrachtet.

Man preist es als ein großes Verdienst des kanonischen Rechtes, daß es zuerst dem menschlichen Embryo selbständigen Rechtsschutz verliehen habe und dessen Abtreibung (Abortus) als schwere Sünde dem Totschlage gleichstelle. Da aber jene mystische Theorie der „Seeleneinfuhr" wissenschaftlich ganz unhaltbar ist, müßte man folgerichtig verlangen, daß derselbe „Rechtsschutz" auch dem Embryo auf allen früheren Stadien, ja sogar schon der Eizelle selbst zuteil werde. Der Eierstock der reifen Jungfrau enthält ungefähr 70000 Eizellen; jede derselben könnte sich unter günstigen Umständen, wenn sie nach ihrer Ablösung vom Eierstock einer männlichen Samenzelle begegnet und mit ihr kopuliert, zu einem Menschenkinde entwickeln. Wenn der Staat nun die reichliche Vermehrung seiner Staatsbürger im allgemeinen Interesse für wünschenswert und die fruchtbare Fortpflanzung für eine „Pflicht" des Staatsbürgers erklärt, so müßte die Unterlassung dieser Pflicht als „Omissivdelikt" bestraft werden. Derselbe „Kulturstaat" bestraft ja die „Abtreibung der Leibesfrucht" als schweres Verbrechen mit mehrjährigem Zuchthaus. Indem das moderne Strafrecht sich darin dem kanonischen Rechte anschließt, übersieht es die physiologische Tatsache, daß die Eizelle ein Teil des mütterlichen Körpers ist, über den das Weib frei verfügen kann; ferner daß der daraus entwickelte Embryo, ebenso wie das neugeborene Kind, vollkommen bewußtlos, eine reine „Reflexmaschine" ist, gleich einem niederen Wirbeltiere. Der „Geist" desselben ist noch gar nicht vorhanden, sondern kann erst später, nach dem ersten Lebensjahre, erscheinen, wenn sein Organ, das Phronema der Großhirnrinde, sich differenziert hat. Die Erklärung dieser interessanten

Tatsache gibt uns das Biogenetische Grundgesetz, indem sie die Ontogenese des Gehirns als eine abgekürzte Wiederholung oder „Rekapitulation seiner Phylogenese" auf Grund der Vererbungsgesetze deutet.

Wie für alle übrigen Organe unseres menschlichen Körpers, so hat auch für das Gehirn, als das „Geistesorgan", das Biogenetische Grundgesetz unbedingte Geltung; wir schließen auf Grund der ontogenetischen, unmittelbar zu beobachtenden Tatsachen, daß eine entsprechende Entwicklung auch in der phylogenetischen Stufenreihe unserer tierischen Vorfahren im Laufe vieler Jahrmillionen ursprünglich stattgefunden hat. Eine bedeutungsvolle Bestätigung und Ergänzung dieses Schlusses liefert uns zunächst die vergleichende Anatomie. Sie zeigt, daß bei allen Schädeltieren (Craniota) — von den Fischen und Amphibien aufwärts bis zu den Affen und Menschen — das Gehirn in der gleichen Form angelegt wird, als eine blasenförmige Auftreibung des ektodermalen Medullarrohres. Durch quere Einschnürungen zerfällt diese einfache eiförmige Hirnblase zunächst in drei, später in fünf hintereinandergelegene Hirnblasen. Nur die erste von diesen Hirnblasen, das Großhirn, entwickelt sich später zum chemischen Laboratorium des „Geistes". Aber bei den niederen Schädeltieren (Fischen und Amphibien) bleibt auch dieses wichtige Großhirn noch sehr klein und einfach. Eine stärkere Ausbildung erfährt es erst bei den drei höheren Wirbeltierklassen, den Amnioten. Da diese landbewohnenden und luftatmenden Kranioten im Kampf ums Dasein viel schwierigere Aufgaben zu bewältigen haben, als ihre niederen, wasserbewohnenden Vorfahren, kommt es hier zur Ausbildung von viel mannigfaltigeren und verwickelteren Gewohnheiten. Diese erblichen Sitten werden durch funktionelle Anpassung und progressive Vererbung allmählich zu Instinkten; mit weiterer Ausbildung des Bewußtseins entwickelt sich daraus bei den höheren Säugetieren die Vernunft. Die stufenweise Aus-

bildung dieses „Geisteslebens“ geht Hand in Hand mit einer fortschreitenden Vervollkommnung ihres anatomischen Organs, des Phronema in der Großhirnrinde. Die neueren feineren Untersuchungen über die Ontogenie und Histologie dieses „Geistesorgans“ (von Flechsig, Hitzig, Edinger, Ziehen, Oskar Vogt usw.) haben uns einen interessanten Einblick in das geheimnisvolle Lebenswunder seiner Phylogenese gewährt.

Während die vergleichende Anatomie des Großhirns uns eine befriedigende Vorstellung von der stufenweisen historischen Entwicklung des Geistes in den höheren Wirbeltierklassen liefert, geben uns gleichzeitig ihre versteinerten Überreste ganz bestimmte Anhaltspunkte über die Zeiträume, in denen sich die Phylogenese langsam und allmählich vollzogen hat. Die historische Reihenfolge, in der die Wirbeltierklassen nacheinander in den großen Perioden der organischen Erdgeschichte aufgetreten sind, wird unmittelbar durch ihre Petrefakten — als die wahren „Denkmünzen der Schöpfungsgeschichte“ — bewiesen und liefert uns die wertvollsten Einblicke in die Stammesgeschichte unseres Geschlechts und unseres Geistes. Die ältesten Gebirgsschichten, die versteinerte Vertebratenreste enthalten, bilden das mächtige silurische System, dessen Entstehung nach neueren Berechnungen weit mehr als hundert Jahrmillionen zurückliegt; es enthält nur wenige fossile Fische. Auf diese folgen im darüberliegenden devonischen System Dipneusten, als Übergangsformen von den Fischen zu den Amphibien. Letztere, als die ältesten vierfüßigen und fünfzehigen Wirbeltiere, erscheinen sodann in der Steinkohle. Ihnen folgen im permischen, nächstjüngeren System die ältesten Amnioten, als primitive Reptilien (Tokosaurier). Aber erst eine Periode später, in der Trias, erscheinen die ältesten Säugetiere, kleine, primitive Monotremen (Pantotheria), dann im Jura die Beuteltiere (Marsupialia) und in der Kreide die ersten Zottentiere (Placentalia). Der große Reichtum an mannigfaltigen,

ansehnlichen und hochorganisierten Formen, den diese dritte und letzte Unterklasse der Säugetiere entwickelt, tritt erst allmählich im Laufe der folgenden Tertiärzeit in die Erscheinung. Die zahlreichen und wohl erhaltenen Schädel, die die verschiedenen Ordnungen dieser Plazentaltiere versteinert hinterlassen haben, sind besonders deshalb wichtig, weil sie einen Schluß auf die quantitative und qualitative Ausbildung des Gehirns innerhalb der einzelnen Ordnungen gestatten; so ist z. B. bei den modernen Raubtieren das Gehirn zwei- bis viermal, bei den modernen Huftieren sogar sechs- bis achtmal so groß (— im Verhältnis zur Körpergröße —), als bei ihren ältesten tertiären Vorfahren. Zugleich ergibt sich, daß das Großhirn (als das eigentliche Geistesorgan!) innerhalb der Tertiärzeit sich immer stärker auf Kosten der anderen Hirnteile entwickelt hat. Die Länge dieses känozoischen Zeitraumes wird neuerdings auf mindestens drei Millionen Jahre (— nach anderen Geologen auf 12—14 oder mehr Jahrmillionen! —) berechnet; sie war jedenfalls ausreichend, um die stufenweise Entwicklung des Menschengeistes aus der niederen Vernunfttätigkeit seiner nächsten Affenahnen und den „Instinkten" der älteren Plazentalien möglich zu machen.

Mit dem physiologischen Begriffe des Phronema, als des eigentlichen Geistesorgans, des „Werkzeuges der Vernunft" haben wir denjenigen Teil unseres Großhirns bezeichnet, dessen normale anatomische Beschaffenheit die menschliche Geistestätigkeit bedingt. Die bewunderungswürdigen Untersuchungen der letzten Dezennien über den feineren Bau der grauen Großhirnrinde (Kortikalsubstanz des Zerebrum) haben uns überzeugt, daß dessen Wunderbau (— ein wahres „anatomisches Lebenswunder!" —) das vollkommenste morphologische Produkt des Plasma darstellt; ebenso ist seine physiologische Tätigkeit — der „Geist"! — als die vollkommenste Leistung einer „Dynamomaschine" zu bezeichnen, die höchsten Leistungen der Natur, die wir überhaupt

kennen. Millionen von „Seelenzellen" oder Neuronen, — jede einzelne von höchst verwickeltem Fibrillarbau und höchst zusammengesetzter Molekularstruktur —, sind in bestimmten Bezirken der Großhirnrinde zu gesonderten Denkorganen (Phroneten) verbunden und diese wiederum zu einem großen einheitlichen System von wunderbarer Zweckmäßigkeit und Leistungsfähigkeit vereinigt. Jede einzelne Phronetalzelle ist ein kleines chemisches Laboratorium, das seinen Teil zu der einheitlichen Zentralfunktion des Geistes, zur bewußten Vernunfttätigkeit, beiträgt. Über die räumliche Ausdehnung des Phronema in der Großhirnrinde und seine Abgrenzung gegen die benachbarten Sinnesherde (Sensorien) gehen heute noch die Ansichten der verschiedenen Gehirnforscher auseinander; alle aber sind jetzt darüber einig, daß ein solches Zentralorgan des Geistes existiert und daß dessen normale anatomische und chemische Beschaffenheit die erste Vorbedingung des menschlichen „Geisteslebens" überhaupt ist. Diese Überzeugung — ein Fundament unserer monistischen Psychologie — wird bestätigt durch das Studium der Psychiatrie.

Das Studium des kranken Organismus hat die Erkenntnis des gesunden vielfach in hervorragender Weise gefördert; das alte Sprichwort: Pathologia physiologiam illustrat ist wohl begründet. Denn die Krankheiten sind vielfach physiologische Experimente, die die Natur selbst anstellt, und zwar unter besonderen Bedingungen, die die experimentierende Physiologie künstlich herzustellen oft nicht imstande ist. Der denkende Arzt und Pathologe kann daher durch kritische Beobachtung der erkrankten Organe oft die wichtigsten Erkenntnisse über ihre Funktion gewinnen. Das gilt in besonderem Maße von den Geisteskrankheiten, die stets ihren nächsten Grund in einer anatomischen oder chemischen Veränderung bestimmter Gehirnteile haben. Die fortgeschrittene Erkenntnis von der Lokalisation der Geistestätigkeiten, von ihrem Gebundensein an einzelne Phrone-

ten oder „Denkorgane", ist zum großen Teil auf die Erfahrung gegründet, daß die Zerstörung der letzteren den Verlust der ersteren zur Folge hat. Die moderne Psychiatrie, als die empirisch begründete Wissenschaft von den Geisteskrankheiten, ist somit zu einem bedeutungsvollen Grundstein unserer monistischen Psychologie geworden. Wenn Immanuel Kant dieselbe studiert und einige Semester die psychiatrische Klinik besucht hätte, würde er sicher vor den Irrtümern seiner dualistischen Psychologie bewahrt geblieben sein. Dasselbe gilt von den modernen „metaphysischen" Psychologen, welche ein mystisches System vom Wesen der „unsterblichen Seele" aufbauen, ohne die Anatomie, Physiologie und Pathologie des Gehirns zu kennen.

Die vergleichende Anatomie, Physiologie und Pathologie des Gehirns, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Ontogenie und Phylogenie, hat uns zu der sicheren monistischen Überzeugung geführt, daß der menschliche Geist eine Funktion seines Phronema ist, und daß die Neuronen des letzteren, die Phronetalzellen, die wahren Elementarorgane alles Geisteslebens darstellen. Somit sind auch alle Äußerungen des letzteren auf Energieumsätze in den ersteren zurückzuführen. Die moderne Energetik ist daher vollkommen im Rechte, wenn sie auch die „geistige Energie" (in allen ihren Formen) unter demselben Gesichtspunkt untersucht, wie die übrigen Formen der „Nervenenergie", und wie alle energetischen Erscheinungen der organischen und anorganischen Natur überhaupt. Die Psychophysik von Fechner hatte bereits gezeigt, daß ein Teil dieser Nervenenergie meßbar und auf mechanische Gesetze der Physik sogar mathematisch zurückzuführen ist. Neuerdings hat Ostwald in seiner Naturphilosophie mit Recht nachdrücklich hervorgehoben, daß sämtliche Äußerungen des geistigen Lebens, nicht nur Empfinden und Wollen, sondern auch Denken und Bewußtsein, auf Nervenenergie zurückzuführen sind. Die sogenannten „Geisteskräfte" können wir

demnach als phronetische Energie von den übrigen Äußerungen der Nervenenergie unterscheiden. Ostwald hat nur dadurch viele Mißverständnisse hervorgerufen, daß er hartnäckig den reinen Substanzbegriff (— wie ihn Spinoza festgelegt hatte —) durch seinen Energiebegriff ersetzen will und zugleich die Materie, d. h. das andere Attribut der Substanz, leugnet. Seine angebliche „Überwindung des Materialismus" ist der reine Windmühlenkampf; seine „Energetik" (— der konsequente Dynamismus von Leibniz u. a. —) ist ebenso einseitig, wie das scheinbare Gegenteil, der konsequente Materialismus von Demokritos, Holbach usw. Der letztere läßt den Stoff der Kraft vorausgehen; der erstere umgekehrt betrachtet die Materie als Produkt der Kraft. Unser konsequenter Monismus vermeidet die Einseitigkeit beider Anschauungen und vermag als Hylozoismus beide Attribute der Substanz, die raumerfüllende Materie und die wirkende Energie, nicht voneinander zu trennen. Wie für alle anderen Naturprozesse, so gilt das auch für das Geistesleben; unsere „Geisteskräfte" sind als „phronetische Energie" ebenso an das Neuroplasma, das lebendige Plasma in den Neuronen der Großhirnrinde, absolut gebunden, wie die mechanische Energie unserer Muskeln an das kontraktile Myoplasma, die lebendige Substanz unseres Fleisches.

In der ausführlichen monistischen Studie über das Bewußtsein, die im 10. Kapitel der „Welträtsel" enthalten ist, habe ich zu zeigen versucht, daß diese rätselhafteste Geistestätigkeit — das „psychologische Zentralmysterium" — kein transzendentes „Welträtsel" ist, sondern ebenso eine Naturerscheinung und ebenso dem Substanzgesetz unterworfen, wie alle andere Seelentätigkeit. Das Bewußtsein des Kindes entwickelt sich erst längere Zeit nach dem ersten Lebensjahre und schreitet ebenso stufenweise fort, wie die anderen psychischen Funktionen; es ist gleich diesen an die normale anatomische und chemische Beschaffenheit seiner Organe, der Phroneten in der Groß-

hirnrinde, gebunden. Wie das Bewußtsein sich ursprünglich aus der unbewußten Seelentätigkeit entwickelt (als eine „innere Anschauung" des Phronema, gleich einer Spiegelung), so kann auch jederzeit ein unbewußter Vorgang in der Gehirnrinde dadurch zum Bewußtsein gelangen, daß die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird. Umgekehrt verwandeln sich bewußte Handlungen, die ursprünglich mit Aufwand von viel Aufmerksamkeit erlernt werden mußten (z. B. Klavierspielen) durch oftmalige Wiederholung, Übung und Gewohnheit zuletzt in unbewußte. Daß bei allen diesen Geistesakten stets chemische Energie in den Phronetalzellen umgesetzt wird, ergibt sich aus der Ermüdung und Erschöpfung, welche angestrengte Geistesarbeit im Gehirn herbeiführt, — geradeso wie angestrengte mechanische Arbeit in den Muskeln. Neue Stoffzufuhr durch Nahrung ist notwendig, um die geistige Arbeit fortzusetzen. Allbekannt ist ferner der mächtige Einfluß, den die verschiedensten Getränke auf das Bewußtsein ausüben (Kaffee und Tee, Bier und Wein); ebenso sein zeitweiliges Verschwinden durch die Betäubung mit Chloroform oder Äther. Auch die bekannten Erscheinungen im Traum, die Störungen des normalen Bewußtseins, Halluzinationen, Wahnvorstellungen usw. überzeugen uns bei unbefangener Untersuchung davon, daß diese Geistestätigkeiten nicht metaphysischer Natur sind, sondern als physikalische Prozesse im Neuroplasma des Gehirns verlaufen, durchaus abhängig vom Substanzgesetze.

In prinzipiellem Gegensatze zu dieser naturgemäßen monistischen Auffassung des menschlichen Geistes, die nach meiner Überzeugung durch die Naturerkenntnis des 19. Jahrhunderts definitiv festgestellt ist, steht die ältere dualistische Beurteilung desselben, die noch heute weite Kreise des Volkes wie der Gebildeten, namentlich aber Metaphysiker und Theologen beherrscht. Danach ist der Geist des Menschen ein selbständiges immaterielles Wesen, das nur zeitweilig den Körper der menschlichen Person bewohnt

und ihn beim Tode als „unsterbliche Seele" verläßt. Ich habe bereits im 11. Kapitel der „Welträtsel" die Vernunftgründe, die diesen weitverbreiteten Aberglauben widerlegen, besprochen, und meine Überzeugung in dem Schlußsatze zusammengefaßt: „Der Glaube an die Unsterblichkeit der menschlichen Seele ist ein Dogma, welches mit den sichersten Erfahrungssätzen der modernen Naturwissenschaft in unlösbarem Widerspruche steht." Indem ich hier auf jene Studie über „Athanismus und Thanatismus" verweise, möchte ich nur nochmals den außerordentlichen Einfluß betonen, den die gewaltige Autorität von Kant gerade auf diesem Gebiete durch seinen transzendentalen Idealismus gewonnen hat. Seine dualistische Auffassung von der Doppelnatur des Menschen, als eines sterblichen animalen Organismus, der nur zeitweilig mit einem unsterblichen Geiste verbunden ist, widerspricht völlig der monistischen Anschauung von der Einheit des menschlichen Wesens, zu der uns die moderne Biologie, insbesondere Physiologie und Phylogenie führt. Die dogmatische Natur der Kantischen Metaphysik, die man als kritisch so sehr verherrlicht, offenbart sich in diesem psychologischen Dualismus am auffallendsten. Die außerordentlich hohe Meinung von der menschlichen Vernunft, die Kant durch vieljähriges introspektives Studium seines eigenen hochbegabten Geistes gewonnen hatte, übertrug er irrtümlich auf den Menschengeist überhaupt; er dachte nicht daran, daß dieselbe bei den Naturvölkern noch ganz fehlt oder doch kaum jene Stufe bedeutend überschreitet, zu der sich der Verstand der Hunde, Pferde, Elephanten und anderer Kulturtiere bereits erhoben hat.

Durch unsere moderne Anthropogenie (1874) ist die Hypothese der Deszendenztheorie, daß sich das Menschengeschlecht durch Umbildung aus einer langen Reihe von Säugetieren entwickelt habe, zum Range einer historischen Tatsache erhoben werden. Alle einzelnen Organe unseres Körpers gleichen in ihrer Struktur und Zusammensetzung demjenigen unserer

nächsten Verwandten, der Menschenaffen; sie unterscheiden sich von ihnen nur durch geringfügige Differenzen der Größe und Form, die bedingt sind durch erblich gewordene Verschiedenheiten des Wachstums. Mit den Organen sind aber zugleich deren Funktionen durch Vererbung von den Primatenahnen auf den Menschen übertragen worden. Das gilt auch vom Geiste, der nichts weiter ist als die Gesamtfunktion des Phronema, des zentralen Denkorgans in der Großhirnrinde. Tatsächlich lehrt uns auch die unbefangene Vergleichung des Geisteslebens bei den Menschenaffen und den wilden Naturmenschen, daß die Unterschiede in ihrem Geistesleben ebenso geringfügig sind, wie diejenigen in ihrer Gehirnstruktur. Wenn man daher die dualistische Seelentheorie von Plato und Kant, sowie von der Mehrzahl der modernen Psychologen annimmt, so muß man den Menschenaffen und den höheren Säugetieren überhaupt (— insbesondere den Kulturhunden! —), ebenso eine „unsterbliche Seele" zuschreiben, wie den Wilden und den Kulturmenschen.

Das intensive und kritische Studium des Seelenlebens der Wilden, in Verbindung mit den Fortschritten der Anthropogenie und Ethnographie, hat im Laufe der letzten vierzig Jahre die Entscheidung zwischen zwei sich bekämpfenden Theorien über den Ursprung der menschlichen Kultur herbeigeführt. Die ältere Entartungstheorie, gestützt durch den Schöpfungsglauben der Religionen und daher vorzugsweise von Theologen und Theosophen vertreten, behauptete, daß der Mensch (—als „Ebenbild Gottes" —) ursprünglich in körperlicher und geistiger Vollkommenheit erschaffen worden und erst nachträglich durch den Sündenfall herabgesunken sei; die heutigen Wilden seien „degenerierte" Nachkommen von göttlichen Urmenschen. (In den Tropenländern, die heute noch lebende Menschenaffen beherbergen, werden diese von den Wilden und Barbaren gleicherweise als entartete Zweige ihres eigenen Stammes angesehen!) Obgleich diese Degenerationstheorie auf Grund des

herrschenden Bibelglaubens noch heute in den meisten Schulen gelehrt und auch von einzelnen mystischen Philosophen verteidigt wird, hat sie doch schon am Schlusse des 19. Jahrhunderts alle wissenschaftliche Geltung verloren. Sie ist jetzt verdrängt durch die neuere Entwicklungstheorie, die schon vor hundert Jahren von Lamarck, Goethe und Herder vertreten wurde, aber erst seit Darwin und Lubbock die Oberhand in der modernen Ethnographie gewonnen hat. Danach sind wir jetzt überzeugt, daß die menschliche Kultur das Ergebnis eines langen, durch Jahrtausende allmählich aufsteigenden Entwicklungsganges ist; die modernen Kulturvölker sind durch Vervollkommnung aus roheren Zivilvölkern hervorgegangen, ebenso wie diese aus noch tiefer stehenden Barbarvölkern. Diese wiederum haben sich aus niederen Naturvölkern entwickelt, denen die Kultur noch völlig fremd war; sie besaßen noch kein höheres Geistesleben.

Als Barbaren im Sinne der modernen Ethnologie bezeichnen wir die mittlere Stufe der menschlichen Kulturentwicklung, die zwischen den Wilden und den zivilisierten Völkern liegt. Wir kommen später (im 17. Kap.) auf die Klassifikation und Charakteristik derselben zurück. Die Barbaren bilden die Kunsttriebe weiter aus, die schon bei vielen Wilden und einzelnen höheren Wirbeltieren zu finden sind; auch beginnt aus der tierischen Neugierde sich die menschliche Wißbegierde zu entwickeln, die Frage nach den Ursachen der Erscheinungen, das Kausalitätsbedürfnis der Vernunft, die Keime der Wissenschaft.

Die zivilisierten Völker, die zwischen den Barbaren und den eigentlichen Kulturvölkern stehen, erheben sich auf eine höhere Stufe durch Bildung größerer Staaten und weitere Arbeitsteilung. Die Spezialisierung der verschiedenen Arbeitergruppen und der leichtere Lebensunterhalt befördert weitere Entwicklung der Künste und Wissenschaften. Hierher gehört unter den Menschenrassen der Gegenwart vor allem die Hauptmasse der Mongolen, im Altertum und Mit-

telalter der größte Teil der Bewohner von Europa und Asien. Die großen Kulturstaaten des Altertums in China, Südindien, Kleinasien, Ägypten, später in Griechenland und Italien, zeigen nicht allein eine hohe Ausbildung der Kunst und Wissenschaft, sondern auch Pflege der Gesetzgebung, des religiösen Kultus, der Jugenderziehung, Verbreitung der Bildung durch geschriebene Bücher.

Die Kultur im engeren Sinne, charakterisiert durch hohe Blüte der Kunst und Wissenschaft und ihre mannigfaltige Anwendung für das praktische Leben in Gesetzgebung, Schulbildung usw., war schon während des Altertums durch einzelne Völker, in Asien durch die Chinesen, Südindier, Babylonier und Ägypter, in Europa durch die Griechen und Römer des klassischen Zeitalters, mächtig gefördert. Allein ihre Früchte blieben zunächst auf kleinere Gebiete beschränkt und gingen während des Mittelalters großenteils wieder verloren. Zu neuer Blüte entwickelte sich die moderne Kultur erst seit Ende des 15. Jahrhunderts, nachdem die Erfindung der Buchdruckerkunst die Verbreitung der Bildung in weiten Volkskreisen ermöglicht, die Entdeckung von Amerika und die Umschiffung der Erde den Gesichtskreis mächtig erweitert und das Weltsystem des Kopernikus den geozentrischen Irrtum beseitigt hatte. Nun erst begann die vielseitige Entwicklung des Kulturlebens, die im 19. Jahrhundert durch die erstaunliche Ausbildung der Naturwissenschaft zu einer früher ungeahnten Höhe des Geisteslebens nach allen Richtungen hin geführt hat; nun erst konnte die freie Vernunft den herrschenden Aberglauben des Mittelalters verdrängen.

Fünfzehntes Kapitel

LEBENSURSPRUNG

Schöpfungsmythus (Kreatismus). Äternalhypothesen. Urzeugung (Archigonie).

Die Frage vom Ursprung des Lebens gehört einerseits zu den wichtigsten und interessantesten, anderseits zu den schwierigsten und verwickeltsten Problemen, mit denen der denkende und hochstehende Menschengeist sich seit Jahrtausenden abgequält hat. Es gibt nur wenige Fragen (z. B. die Willensfreiheit, die persönliche Unsterblichkeit), über welche so widersinnige und so verschiedenartige Ansichten geäußert worden, und wenige, die bis heute so völlig unentschieden geblieben sind. Auch gibt es wenige Probleme, über welche die Ansichten selbst hervorragender Männer der Wissenschaft so sehr auseinandergehen und zu so phantastischen Hypothesen geführt haben. Das liegt teilweise an den außerordentlichen Schwierigkeiten, die sich einer strengeren wissenschaftlichen Beantwortung des Problems entgegenstellen, teilweise aber auch an der Verwirrung der Begriffe, die hier sehr groß ist, an dem Mangel klarer, vernünftiger Einsicht und an der mächtigen Autorität des herrschenden Schöpfungsglaubens und anderer altehrwürdiger Dogmen.

Am einfachsten und schnellsten wird der gordische Knoten dieser Frage gelöst, wenn man ihn mit dem Schwerte des „frommen Glaubens" durchschneidet und durch die Annahme einer übernatürlichen Schöpfung beantwortet. „Ich glaube, daß mich Gott geschaffen hat samt allen Kreaturen, mir Leib

und Seele, Augen, Ohren und alle Glieder, Vernunft und alle Sinne gegeben hat und noch erhält." So lautet der erste Glaubensartikel im Katechismus von Martin Luther, den unsere Kinder in frühester Jugend als Grundlage aller wahren Weltanschauung auswendig lernen. Er gründet sich auf die Schöpfungsgeschichte von Moses, wie sie im ersten Kapitel der Genesis geschrieben steht. Da ich deren Wert für die Wissenschaft bereits im zweiten Kapitel meiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" eingehend gewürdigt habe, kann ich hier darauf verweisen. Unstreitig besitzt dieser Schöpfungsmythus noch heute die größte praktische Bedeutung; denn die große Mehrzahl der Theologen hält an demselben schon deshalb fest, weil er in der Bibel, dem „Wort Gottes", niedergelegt und also „untrüglich wahr" ist. Die Schule aber wird von den meisten Regierungen, die den blinden „Glauben" ebenfalls als die erste und wichtigste Grundlage der Bildung empfehlen, dazu verpflichtet, jenen mosaischen Mythus anzunehmen und zu lehren. Dagegen gibt es heute in wissenschaftlichen Kreisen nur noch selten einen Naturforscher, der dafür eintritt. Den bedeutendsten Versuch dieser Art machte 1858 der geistreiche Louis Agassiz in seinem merkwürdigen „Essay on classification", einem Buche, das fast gleichzeitig mit dem epochemachenden Werke von Charles Darwin über den Ursprung der Arten erschien und alle allgemeinen biologischen Probleme vom völlig entgegengesetzten, mystischen Standpunkt aus erörterte. Nach Agassiz ist jede einzelne Tier- und Pflanzenart „ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes", und dieser scharfsinnige „Maschinen-Ingenieur" hat jede einzelne Spezies so vollkommen (— wenn auch nicht fehlerfrei! —) konstruiert, daß er dafür auf unseren modernen Weltausstellungen die erste goldene Medaille erhalten könnte.

Im Gegensatze zu dieser bibelgemäßen Dichtung von der übernatürlichen Schöpfung der einzelnen Spezies haben später zwei Botaniker, Wigand in Marburg und Reinke in Kiel, die Architektentätigkeit des

himmlischen Schöpfers bedenklich eingeschränkt, indem sie ihn nur die „Urzellen" erschaffen und diesen die Fähigkeit beilegen ließen, sich zu höheren Organismen zu entwickeln. Wigand nahm für die Entstehung jeder einzelnen Spezies eine besondere „Urzelle" und eine lange Phylogenie derselben an; Reinke hingegen einen Stamm, der sich aus vielen Arten zusammensetzte. Wissenschaftliche Bedeutung dürften diese modernen „Schöpfungsdichtungen" ebensowenig wie die von Agassiz gewinnen; sie gründen sich in gleicher Weise auf reinen Wunderglauben.

Verschieden von dem unvernünftigen positiven Standpunkte der Wundergläubigen ist die skeptische Ansicht derjenigen Naturforscher, welche die Frage vom Lebensursprung für unlösbar oder transzendent halten; als Vertreter dieser agnostischen Ansicht könnten Darwin und Virchow genannt werden; sie halten die Entstehung der ersten Organismen für eine Frage, von der wir nichts wissen und wissen können. So erklärt Darwin in seinem Hauptwerke 1859, daß er „nichts mit dem Ursprunge der geistigen Grundkräfte, noch mit dem des Lebens selbst zu schaffen habe". Damit ist ein vollkommener Verzicht auf die Beantwortung eines wissenschaftlichen Problems ausgesprochen, das von unserer forschenden Vernunft ebenso bestimmt anerkannt werden muß, wie jedes andere Problem der Entwicklung. Denn der Ursprung des Lebens auf unserem Planeten bildet ein Moment in dessen Geschichte. Indessen läßt sich nichts weiter dagegen sagen, wenn ein Forscher davon nichts wissen will. Übrigens teilen diesen agnostischen Standpunkt auch heute noch zahlreiche und angesehene Naturforscher; sie sind zwar mehr oder weniger der Überzeugung, daß auch der Ursprung des Lebens ein „Naturprozeß" ist, glauben aber, daß wir keine Mittel zu dessen Erkenntnis besitzen.

Von den beiden vorigen Standpunkten verschieden ist drittens derjenige, welcher das Problem von der Entstehung des Lebens zwar für eine schwierige, aber doch für eine lösbare Aufgabe der Wissenschaft hält;

diesen nimmt z. B. Dubois-Reymond ein, indem er „die erste Entstehung des Lebens als drittes Welträtsel" aufführt. Diese Überzeugung teilen gegenwärtig wohl die meisten darüber nachdenkenden Naturforscher, wenngleich die Ansichten über den Weg und die Mittel der Lösung sehr weit auseinandergehen. Als zwei wesentlich verschiedene Anschauungen treten uns zunächst diejenigen entgegen, die man als Äternalhypothese und Archigoniehypothese unterscheiden kann. Nach der ersteren ist das organische Leben ewig, nach der letzteren in einem bestimmten Zeitpunkt entstanden. Die erstere, die Äternalhypothese, hat zu zwei sehr verschiedenen Annahmen geführt, von denen die eine auf dualistischer, die andere auf monistischer Basis beruht. Hauptvertreter der ersteren ist Helmholtz, der letzteren Preyer.

Hermann Eberhard Richter stellte schon 1865 die Hypothese auf, daß der unendliche Weltraum überall von Keimen organischer Wesen, ebenso wie von anorganischen Weltkörpern erfüllt sei; letztere ebenso wie erstere sind in ewiger Entwicklung, in beständigem „Werden und Vergehen" begriffen. Wenn die überall zerstreuten lebensfähigen Keime auf einen reifen, bewohnbar gewordenen Weltkörper gelangen, dessen Wärme und Feuchtigkeit die notwendigen Bedingungen für ihre Entwicklung bietet, so beginnen sie zu keimen und können aus sich eine reiche Organismenwelt hervorgehen lassen. Richter stellt sich die Keime, die überall im Weltraum umherschwirren sollen, als lebendige Zellen vor und stellt den Satz auf „Omne vivum ab aeternitate e cellula" (alles Lebendige ist von Ewigkeit her aus der Zelle entstanden). In ähnlichem Sinne nimmt auch der Botaniker Anton Kerner die Ewigkeit des organischen Lebens und seine vollkommene Unabhängigkeit von der anorganischen Welt an; die Schwierigkeiten, die dieser Hypothese in der unbestimmten, ihr von Kerner gegebenen Form entgegenstehen, sind so groß und so leicht einzusehen, daß sie keine weitere Verbreitung gefunden hat.

Ein großes Ansehen gewann dagegen die „Kosmozoenhypothese", als später (unabhängig von Richter) zwei der bedeutendsten Physiker, Hermann Helmholtz und William Thomson, sie zur Geltung zu bringen suchten. Helmholtz (1884) stellte richtig die Alternative: „Organisches Leben hat entweder zu irgendeiner Zeit angefangen zu bestehen, oder es besteht von Ewigkeit"; er entscheidet sich für die letztere Annahme, weil es bisher nicht gelungen ist, lebende Organismen künstlich experimentell zu erzeugen. Er meint, daß die im Weltraum umhertreibenden Meteore Keime von Organismen eingeschlossen enthalten könnten, die unter günstigen Verhältnissen auf der Erde oder anderen Planeten angelangt daselbst keimten und sich entwickelten. Diese Kosmozoenhypothese von Helmholtz ist deshalb unannehmbar, weil die physikalischen Verhältnisse des Weltraums (die extremen Temperaturen, die absolute Trockenheit, der Mangel atmosphärischer Luft usw.) die dauernde Existenz von Plasma in Gestalt von lebensfähigen organischen Keimen auf Meteoriten unmöglich machen. Aus logischen Gründen ist die Hypothese deshalb wertlos, weil sie die Frage der Entstehung des organischen Lebens nicht löst, sondern verschiebt. Konsequent ausgedacht führt sie zu dem reinen kosmologischen Dualismus.

Eine andere, wesentlich verschiedene Theorie der „Ewigkeit des Lebens" ist von Theodor Fechner (1873) und Wilhelm Preyer (1880) entwickelt worden. Beide Naturphilosophen dehnen den Begriff des Lebens auf den ganzen Kosmos aus und verwischen die Grenze, die gewöhnlich zwischen organischer und anorganischer Natur gezogen wird. Sie sind in diesem Sinne monistisch. Fechner geht so weit, daß er dem ganzen Universum ebenso wie jedem einzelnen Weltkörper Bewußtsein zuschreibt und die einzelnen beseelten Organismen nur als Teile dieses großen Universalorganismus betrachtet. Seine Naturphilosophie ist also panpsychistisch, aber zugleich pantheistisch, da er in mystischer Weise den bewußten Gottes-

begriff mit dem des belebten Universum verknüpft. Preyer stimmt mit ihm darin überein, daß er den Begriff des Lebens ebenfalls auf das ganze Universum überträgt, und dieses als Organismus auffaßt. Er dehnt diesen Begriff zu dem symbolischen Umfang aus, den wir früher besprochen haben und für ganz unpraktisch halten. Die feuerflüssige Masse der jugendlichen Erde ist der riesige Organismus, dessen rotierende Bewegung (Gravitationsenergie) Preyer als „Leben" bezeichnet; als er sich abkühlte, schieden sich die schweren Metalle (als tote anorganische Massen) ab; von dem übrigbleibenden Reste bildeten sich anfangs einfache, später zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen, zuletzt Eiweiß und Plasma. Diese Erweiterung des Begriffs Organismus hat in der Biologie keinen Anklang gefunden, und mit Recht; denn sie stiftet Verwirrung und erschwert die Abgrenzung der Biologie von der Abiotik, die aus praktischen Gründen notwendig und sachlich gerechtfertigt ist.

Da nach unserer Ansicht die Äternalhypothesen ebenso wertlos sind, wie die Kreationshypothesen, bleibt uns zur Beantwortung der großen Frage vom Lebensursprung nur die dritte Gruppe von wissenschaftlichen Glaubenssätzen übrig, die ich unter dem Begriff der Archigonie zusammengefaßt habe. Sie gehen von folgenden Grundgedanken aus: 1. Das organische Leben ist überall an das Plasma (oder Protoplasma) gebunden, eine chemische Substanz in zähflüssigem Aggregatzustande, die stets Eiweißkörper und Wasser als Hauptbestandteil enthält. 2. Die charakteristischen Bewegungserscheinungen dieser „lebendigen Substanz", die man unter dem Begriffe „organisches Leben" zusammenfaßt, sind physikalische und chemische Prozesse, die nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen (zwischen Gefrierpunkt und Siedepunkt des Wassers) vor sich gehen können. 3. Jenseits dieser Grenzen kann das lebensfähige Plasma zwar unter Umständen für eine gewisse Zeit in latentem Zustande erhalten bleiben

(Scheintod, potentielles Leben); aber dieser latente Zustand ist auf eine bestimmte (meist kurze) Zeitdauer beschränkt. 4. Da die Erde, gleich allen anderen Planeten, sich lange Zeiträume hindurch in glutflüssigem Zustande, bei einer Temperatur von mehreren tausend Graden, befand, können während dieser Zeit unmöglich lebende Organismen (zähflüssige Eiweißkörper) auf derselben existiert haben; ebensowenig „von Ewigkeit her". 5. Erst nachdem die Erdrinde an der Oberfläche erkaltet und bis unter den Siedepunkt abgekühlt war, konnte sich tropfbar flüssiges Wasser bilden, als erste Vorbedingung für das Zustandekommen organischen Lebens. 6. Die chemischen Prozesse, die in diesem Stadium der Erdentwicklung zuerst eintraten, werden Katalysen gewesen sein, die zur Bildung von Albuminverbindungen, zuletzt von Plasma führten. 7. Die ältesten so entstandenen Urorganismen können nur plasmodome Moneren gewesen sein, strukturlose „Organismen ohne Organe"; die ersten Formen, in denen sich die lebende Substanz individuell sonderte, sind wahrscheinlich homogene Plasmakugeln gewesen, ähnlich gewissen Chromaceen der Gegenwart (Chrococcus). 8. Aus diesen primitiven Moneren sind erst sekundär die ersten Zellen entstanden, durch Sonderung von zentralem Karyoplasma (Zellkern) und peripherem Cytoplasma (Zellenleib).

Diese monistische Hypothese der Urzeugung, als Autogonie oder Selbstzeugung in streng wissenschaftlichem Sinne, habe ich zuerst 1866 (im zweiten Buche der „Generellen Morphologie") bestimmt formuliert und eingehend zu begründen versucht. Das feste Fundament für dieselbe lieferten zunächst die von mir beschriebenen Moneren, jene einfachsten „Organismen ohne Organe", die man bis dahin übersehen oder beiseite geschoben hatte. Es ist von fundamentaler Bedeutung für eine naturgemäße Beantwortung der Frage vom Ursprung des Lebens, daß man von diesen strukturlosen Körnchen lebendiger Substanz ausgeht, und nicht — wie noch jetzt meistens ge-

schieht — von den Zellen; diese kernhaltigen organisierten „Elementarorganismen" können nicht die ältesten archigonen Lebewesen sein, sondern sie sind erst sekundär aus kernlosen Moneren entstanden. Ich habe daher in meiner „Monographie der Moneren" (1870) diesen primitivsten Organismen eine besonders eingehende Betrachtung gewidmet und diese später (im ersten Bande meiner „Systematischen Phylogenie", S. 35) schärfer zu formulieren versucht. In bezug auf die chemische Frage der ersten Plasmabildung und ihrer anorganischen Vorbereitung hat später Eduard Pflüger sehr wertvolle Untersuchungen angestellt und das Zyanradikal als wichtigsten Bestandteil des lebendigen Plasma erkannt. Ich unterscheide daher als zwei verschiedene Stufen dieser Theorie meine ältere Autogoniehypothese und die spätere Zyanhypothese.

Die Theorie der Urzeugung in dem Sinne der Archigonie, den ich 1866 zuerst aufgestellt und in verschiedenen Schriften weiter ausgeführt habe, schließt sich unmittelbar an die biochemischen Tatsachen an, welche die moderne Pflanzenphysiologie mit voller Sicherheit ermittelt hat. Die wichtigste von diesen Tatsachen ist, daß jede lebendige grüne Pflanzenzelle das synthetische Vermögen der Plasmodomie oder „Kohlenstoffassimilation" besitzt; d. h. sie ist imstande, durch eine chemische Synthese und Reduktion aus einfachen anorganischen Verbindungen: Wasser, Kohlensäure, Salpetersäure und Ammoniak, jene verwickelten eiweißartigen Verbindungen aufzubauen, die wir Plasma oder Protoplasma nennen und als die aktive „lebendige Substanz", als die wahre materielle Basis aller Lebenstätigkeit betrachten (vgl. Kap. 6). Alle Botaniker sind jetzt darüber einig, daß dieser wichtige Vorgang im Pflanzenleben, der fundamentale Urprozeß alles organischen Lebens und aller Organisation, als ein rein chemischer (— oder im weiteren Sinne: physikalischer —) Vorgang aufzufassen ist und daß bei demselben eine spezifische „Lebenskraft" oder ein mystischer Urheber (— der

bekannte zwecktätige „Maschineningenieur des Lebens" —) ebensowenig in Frage kommt, als irgendeine transzendente Ursache. Das kleine chemische Laboratorium, in dem dieser merkwürdige organoplastische Urprozeß unter dem Einflusse des Sonnenlichts erfolgt, ist bei den einfachsten Urpflänzchen, den Chromaceen entweder das ganze homogene kugelige Plasmakorn (Chroococcus) oder die blaugrüne Rindenschicht desselben, die als Chromatophor tätig ist. Bei den meisten Pflanzen dagegen sind diese Reduktionslaboratorien die Chromatellen oder Chromatophoren, die im dunkeln Inneren der Pflanze als farblose kugelige Leukoplasten, in der lichtbestrahlten Oberfläche aber als grüne Chromoplasten (oder „Chlorophyllkörner") vom übrigen Plasma der Zelle sich gesondert haben. Meine Theorie der Archigonie verlangt nun nichts weiter als die Annahme, daß derselbe chemische Prozeß der Plasmodomie, der in jeder einzelnen dem Sonnenlicht ausgesetzten Pflanzenzelle in jeder Sekunde sich wiederholt, und der jetzt eine „erbliche Gewohnheit" der grünen Pflanzenzelle geworden ist, im Beginne des organischen Lebens von selbst eingetreten ist, d. h. als ein katalytischer (oder der Katalyse analoger) Prozeß, für dessen Eintritt die physikalischen und chemischen Bedingungen durch den damaligen Zustand der anorganischen Natur gegeben waren.

Eine sehr wertvolle Stütze erhielt meine Hypothese der Autogonie vor 22 Jahren durch den scharfsinnigen Botaniker Carl Naegeli. In seinem gedankenreichen Werke „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre" (1884) vertritt er alle die wesentlichen Anschauungen über den natürlichen Ursprung des Lebens, die ich schon 1866 ausgesprochen hatte. Er formuliert den wichtigsten Teil derselben in dem bemerkenswerten Satze: „Die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen ist in erster Linie nicht eine Frage der Erfahrung und des Experimentes, sondern eine aus dem Gesetze der Erhaltung von Kraft und Stoff folgende Tatsache.

Wenn in der materiellen Welt alles in ursächlichem Zusammenhang steht, wenn alle Erscheinungen auf natürlichem Wege vor sich gehen, so müssen auch die Organismen, die aus den nämlichen Stoffen sich aufbauen und schließlich wieder in dieselben Stoffe zerfallen, aus denen die anorganische Natur besteht, in ihren Uranfängen aus anorganischen Verbindungen bestehen." Diese wohlüberlegte und unzweideutige Erklärung eines hervorragenden Naturforschers, der ebenso als ausgezeichneter, kenntnisreicher Beobachter, wie als scharfsinniger, logischer und kritischer Denker anerkannt ist, sollten sich die zahlreichen „exakten" Forscher merken, die fortdauernd die monistische Theorie der Urzeugung als „unbegründete" Hypothese bekämpfen oder sie überhaupt als ein unlösbares „Welträtsel" ansehen. Naegeli hat dieselbe aber auch weiterhin noch dadurch gefördert, daß er die dabei anzunehmenden Molekularvorgänge eingehend erörtert und mit seiner Idioplasmahypothese verknüpft. Er nimmt an, daß bei den Anfängen der Organisation die bestimmte autonome Anordnung der kleinsten gleichartigen Plasmateile von grundlegender Bedeutung sei; diese „Micelle" sind nach ihm „kristallinische Molekülgruppen" und in mannigfaltigster Weise zu Micellarsträngen oder parallelen Micellreihen geordnet.

Einen ähnlichen und weiter ausgeführten Versuch, die Vorgänge der Archigonie physikalisch zu erklären und auf mechanische Molekularstrukturen zurückzuführen, hat 1899 Ludwig Zehnder in seinem Werke über „Die Entstehung des Lebens" gemacht. Er vermutet, daß die kleinsten und niedersten Lebenseinheiten (die Micelle von Naegeli und die Biophoren von Weismann, welche meinen Plastidulen entsprechen) eine röhrenförmige Gestalt haben und nennt sie deshalb Fistellen. Er nimmt an, daß diese unsichtbaren Molekulargebilde zu Millionen im Plasma der Zelle gesetzmäßig angeordnet und dergestalt differenziert sind, daß die einen die Endosmose, die anderen die Kontraktion, die dritten die Reizleitung usw. be-

sorgen. Gleich den ähnlichen Versuchen von Naegeli u. a. besteht der Wert auch dieser Molekularhypothese darin, daß sie zur Bildung von Vorstellungen darüber anregt, wie etwa die Anordnung und Bewegung der Plasmamoleküle beim Vorgang der Archigonie nach physikalischen Prinzipien gedacht werden kann.

Einen sehr interessanten und beachtenswerten Versuch, tiefer in das geheimnisvolle Dunkel der chemischen Vorgänge bei der Archigonie einzudringen, hat 1875 der ausgezeichnete Physiologe Eduard Pflüger gemacht, in seiner Abhandlung: „Über die physiologische Verbrennung in den lebendigen Organismen". Er geht wiederum von der fundamentalen Tatsache aus, daß das Plasma (oder Protoplasma) die materielle Basis aller Lebenserscheinungen darstellt und daß diese „lebendige Substanz" ihre vitalen Fähigkeiten den chemischen Eigenschaften des Eiweißes verdankt (— gleichviel ob man dasselbe als eine chemische Einheit: Protein oder Protalbumin ansieht, oder als ein Gemenge verschiedener Verbindungen —). Pflüger unterscheidet aber scharf zwischen dem lebendigen Eiweiß des Plasma, das alle Organismen aufbaut, und dem toten Eiweiß, wie es z. B. in dem allbekannten zähflüssigen Albumin des Hühnereies vorliegt. Nur das lebendige Eiweiß (Plasma) zersetzt sich dauernd in geringerem Maße von selbst und in größerem Umfange infolge äußerer Einwirkungen; das tote Eiweiß hingegen bleibt unter günstigen Bedingungen lange Zeit hindurch unzersetzt. Die Bedingung für die außerordentliche Zersetzbarkeit des lebendigen Albumin ist sein intramolekularer Sauerstoff, d. h. der Sauerstoff, der bei der Atmung von außen in das Innere des Plasmamolekül aufgenommen wird und dort eine Dissoziation bewirkt, eine innere Umlagerung der Atome und Trennung der neugebildeten Atomgruppen.

Die eigentliche Ursache jenes leichten Zerfalls des Plasma und der damit verknüpften Kohlensäurebildung liegt aber im Zyan, jenem merkwürdigen Kör-

per, der aus einem Atom Kohlenstoff und einem Atom Stickstoff besteht, und der mit Kaliummetall verbunden das bekannte, äußerst heftig wirkende Gift bildet, das Zyankalium. Während nämlich die stickstoffreien Zersetzungsprodukte des toten und lebendigen Eiweißes wesentlich übereinstimmen, sind dagegen die stickstoffhaltigen gänzlich verschieden. Harnsäure, Kreatin, Guanin und die anderen Zerfallprodukte des Plasma enthalten das Zyanradikal in sich, und das wichtigste von Allen, der Harnstoff, kann aus Zyanverbindungen künstlich hergestellt werden, wie zuerst Wöhler 1828 nachwies. Daraus können wir schließen, daß das lebendige Eiweiß stets das Zyanradikal in sich enthält, während dies dem toten Nahrungseiweiß ganz fehlt. Die Annahme, daß gerade das Zyan dem Plasma seine charakteristischen „Lebenseigenschaften" verleiht, wird auch weiterhin durch viele Ähnlichkeiten gestützt, die zwischen den Zyanverbindungen, besonders der Zyansäure (CNO H) und dem lebendigen Eiweiß bestehen; beide Körper sind bei niederer Temperatur flüssig und durchsichtig, während sie bei höherer gerinnen; beide zersetzen sich bei Anwesenheit von Wasser von selbst in Kohlensäure und Ammoniak; beide liefern durch Dissoziation (durch intramolekulare Umlagerung der Atome, nicht durch direkte Oxydation) Harnstoff. „Die Ähnlichkeit beider Substanzen," sagt Pflüger, „ist so groß, daß ich die Zyansäure als ein halblebendiges Molekül bezeichnen möchte." Beide Substanzen wachsen auch in gleicher Weise durch „Atomverkettung", indem sich gleichartige Atomgruppen zu großen Massen kettenartig verbinden.

Besonders wichtig für die Theorie der Archigonie und ihre physikalische Begründung ist nun aber noch die chemische Tatsache, daß das Zyan und seine Verbindungen, Zyankalium, Zyansäure, Zyanwasserstoff usw., nur in der Glühhitze entstehen, z. B. wenn man die nötigen anorganischen Stickstoffverbindungen mit glühenden Kohlen zusammenbringt oder ihr Gemenge zur Weißglut erhitzt. Auch andere wesent-

liche Eiweißbestandteile, z. B. Kohlenwasserstoff, Alkoholradikale, können synthetisch in der Hitze entstehen. „Somit," sagt Pflüger, „ist nichts klarer, als die Möglichkeit der Bildung von Zyanverbindungen, als die Erde noch ganz oder partiell im feurigen oder erhitzten Zustande war. Man sieht, wie ganz außerordentlich und merkwürdig uns alle Tatsachen der Chemie auf das Feuer hinweisen, als die Kraft, welche die Konstituenten des Eiweißes durch Synthese erzeugt hat. Das Leben entstammt also dem Feuer und ist in seinen Grundbedingungen angelegt zu einer Zeit, wo die Erde noch ein glühender Feuerball war. Erwägt man nun die unermeßlich langen Zeiträume, in denen sich die Abkühlung der Erdoberfläche unendlich langsam vollzog, so hatten das Zyan und die Verbindungen, die Zyan und Kohlenwasserstoff enthielten, alle Zeit und Gelegenheit, ihren großen Neigungen zur Umsetzung und Bildung von Polymerien (Atomverkettungen) in ausgedehntester Weise zu folgen, und unter Mitwirkung des Sauerstoffs und später des Wassers und der Salze in jenes selbstzersetzliche Eiweiß überzugehen, das lebendige Materie ist." Bezüglich dieses letzteren Verhältnisses ist noch besonders zu betonen, daß selbstverständlich eine lange Reihe chemischer Zwischenstufen zwischen der feuerflüssigen Zyanbildung und der Entstehung des wasserhaltigen lebendigen Plasma liegt.

Die Zyantheorie von Pflüger steht nicht in Widerspruch zu meiner Monerentheorie, sondern ergänzt dieselbe vielmehr, indem sie ein weit früheres Stadium der ersten Biogenesis — gewissermaßen die erste Vorbereitungsperiode zur Albuminbildung — in durchaus wissenschaftlicher Weise kritisch erörtert. Das ist besonders zu betonen gegenüber den Angriffen, welche sie neuerdings von Neumeister und andern Vitalisten erfahren hat; sie soll deshalb unannehmbar sein, weil „zwischen Zyanverbindungen und Proteinstoffen ein unermeßlicher, durch nichts zu überbrückender Abgrund gähnt." Dieser Einwurf wird durch das lebendige Eiweiß selbst widerlegt,

das in seinen stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukten stets das Zyanradikal enthält oder auch solche Substanzen (Harnstoff), die aus Zyanverbindungen künstlich hergestellt werden können. Ein anderer Einwurf lautet, daß „die in der Hitze entstandenen Zyanverbindungen bei nachfolgendem Zutritt von Wasser- und Sauerstoff sich sehr bald hätten zersetzen müssen". Auch diese Einwendung hat kein Gewicht, weil wir uns von den besonderen Bedingungen des chemischen Geschehens zu jener Zeit gar keine bestimmten positiven Vorstellungen machen können. Nur das können wir sagen, daß diese Bedingungen in jenem langen (Jahrmillionen umfassenden!) Zeitraum gänzlich verschieden von den jetzigen chemischen Verhältnissen an der Erdoberfläche gewesen sein müssen. Der eigentliche Grund der Opposition von Neumeister und anderen Vitalisten liegt in ihrer dualistischen Naturauffassung, die um jeden Preis eine tiefe Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur bleibend erhalten will.

Max Verworn, der in seiner „Allgemeinen Physiologie" die verschiedenen Theorien über die Herkunft des Lebens auf der Erde eingehend bespricht und zutreffend kritisiert, hebt mit Recht den besonderen Wert von Pflügers Zyantheorie hervor, und zwar deshalb, weil sie „das Problem im engsten Anschluß an physiologisch-chemische Tatsachen in streng wissenschaftlicher Weise erörtert und bis tief in seine Einzelheiten verfolgt". Er stimmt Pflüger zu, wenn dieser seine Vorstellung in folgenden Worten zusammenfaßt: „Demnach würde ich sagen, daß das erste Eiweiß, welches entstand, sogleich lebende Materie war, begabt mit der Eigenschaft, in allen seinen Radikalen mit großer Kraft und Vorliebe besonders gleichartige Bestandteile anzuziehen, um sie dem Molekül chemisch einzufügen und so in infinitum zu wachsen. Nach dieser Vorstellung braucht also das lebendige Eiweiß gar kein konstantes Molekulargewicht zu haben, weil es eben ein in fortwährender, nie endender Bildung begriffenes und sich wieder zersetzendes un-

geheures Molekül ist, das sich wahrscheinlich zu den gewöhnlichen chemischen Molekülen wie die Sonne gegen ein kleines Meteor verhält." Diese Ansicht, die ich für richtig halte, wird auch von vielen anderen modernen Naturforschern geteilt, die sich speziell mit den schwierigen Fragen von der Natur und der Entstehung der Eiweißkörper beschäftigt haben.

Nachdem wir die verschiedenen modernen und der Erörterung werten Theorien über Archigonie besprochen und die ursprüngliche „Entstehung des organischen aus der anorganischen Substanz" mit Naegeli als eine Tatsache anerkannt haben, wollen wir noch einen Blick auf die älteren Hypothesen werfen, die unter dem Begriffe der freiwilligen Zeugung (Generatio spontanea oder aequivoca) Gegenstand zahlreicher Streitschriften gewesen sind. Zwar sind dieselben jetzt fast allgemein aufgegeben, aber die damit verknüpften Experimente haben großes Aufsehen erregt und zu einer Reihe von irreführenden Mißverständnissen Veranlassung gegeben.

Die älteren Hypothesen über „spontane Generation" betreffen nicht unser chemisches Problem der Archigonie, d. h. die erste Entstehung lebendiger Substanz aus leblosen anorganischen Kohlenstoffverbindungen, sondern vielmehr die Entstehung niederer Organismen aus den faulenden oder sich zersetzenden organischen Körperteilen höherer Organismen. Man bezeichnet diese Hypothesen, um sie von der ganz verschiedenen Theorie der Archigonie begrifflich scharf zu trennen, am besten als Saprobiose (früher auch Nekrobiose), d. h. Entstehung von Lebendigem aus toter oder sich zersetzender organischer Substanz. Schon im Altertum glaubte man, daß niedere Organismen aus den toten Überresten höherer Organismen entstehen könnten, z. B. Flöhe aus faulem Mist, Läuse aus kranken Hautpusteln, Motten aus altem Pelzwerk, Muscheln aus dem Schlamm des Wassers. Da diese Märchen durch die Autorität des Aristoteles gestützt und auf Grund derselben auch von Augustinus und anderen Kirchenvätern geglaubt

und zum Glauben empfohlen wurden, erhielten sie sich bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts in Geltung. Noch im Jahre 1713 behauptete der Botaniker Heucherus, daß die grünen Wasserlinsen (Lemna) nur verdichtetes Fett von der Oberfläche faulen stehenden Wassers seien und daß daraus in frischem fließenden Wasser Brunnenkresse und andere Bachkräuter entständen.

Die erste wissenschaftliche Widerlegung dieser alten Fabelgeschichten wurde 1674 auf Grund sorgfältiger Experimente von dem italienischen Arzte Francesco Redi gegeben, der dafür wegen „Unglaubens" als Ketzer verrufen wurde; er zeigte, daß alle jene Tiere aus Eiern entständen, die von weiblichen Tieren in Mist, Haut, Pelz, Schlamm usw. gelegt worden waren. Dieser Beweis war aber damals nicht zu führen für die Bandwürmer, Spulwürmer und andere „Eingeweidetiere" (Entozoa), die im Inneren anderer Tiere (im Darm, Blut, Gehirn, Leber) eingeschlossen leben. Für diese blieb die Annahme, daß sie aus kranken Körperteilen der Wohntiere, in denen sie leben, entständen, bis gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts bestehen. Erst in den Jahren 1840—1860 wurde durch zahlreiche Versuche von Siebold, Leukkart, van Beneden, Virchow und anderen berühmten Biologen nachgewiesen, daß auch alle jene Eingeweidewürmer von außen in das Innere ihrer Wohntiere hineingelangen und dort sich durch Eier fortpflanzen. In neuester Zeit ist dieser Nachweis allgemein gelungen.

In besonderer Geltung blieb dagegen noch bis vor kurzer Zeit die Hypothese der Saprobiose für einen Teil der kleinsten und niedersten Organismen, jener mikroskopischen, dem bloßen Auge unsichtbaren Lebensformen, die man früher allgemein Infusorien nannte, und die wir jetzt unter dem weiteren Begriffe der Protisten oder „Einzelligen", zusammenfassen. Als Leeuwenhoek 1675 mit dem neu erfundenen Mikroskope die Infusorien entdeckt und gefunden hatte, daß solche „Aufgußtierchen" massenhaft

in Aufgüssen von Heu, Moos, Fleisch und anderen faulenden organischen Substanzen entstanden, verbreitete sich bald die Ansicht, daß sie aus diesen letzteren selbst unmittelbar hervorgingen. Indessen zeigte schon 1687 der Abbé Spallanzani, daß keine Infusionstierchen in solchen Aufgüssen entstehen, wenn man sie tüchtig kocht und darauf das Gefäß gut verschließt; das Kochen tötet die vorhandenen Keime, und der Luftabschluß hindert den Zutritt neuer Keime. Trotzdem blieb die Annahme, daß gewisse Infusorien, und namentlich die sehr kleinen und einfach gebauten Bakterien, unmittelbar aus faulen oder kranken Geweben von Organismen, oder aus sich zersetzenden organischen Flüssigkeiten entstehen könnten, bei vielen Mikroskopikern in Geltung und wurde noch 1858 von Pouchet in Paris, neuerdings von Charlton Bastian verteidigt. Die dadurch hervorgerufenen Debatten veranlaßten die Pariser Akademie, 1858 einen Preis auszusetzen für „planmäßige Untersuchungen, die neues Licht auf die Frage von der Generatio spontanea zu werfen geeignet seien". Der Preis wurde dem berühmten Louis Pasteur zuteil, der durch eine Reihe von scharfsinnigen Versuchen nachwies, daß überall in der Atmosphäre unter den schwebenden Staubteilchen zahlreiche Keime von Mikrobien oder mikroskopischen Organismen sich befinden, und daß diese keimen und sich fortpflanzen, wenn sie in Wasser gelangen; nicht nur Infusorien, sondern auch kleine, höher organisierte Pflanzen und Tiere, z. B. Flechten, Moose, Rädertierchen, Tardigraden, können in ausgetrocknetem Zustande monatelang verharren, durch den Wind weithin fortgeführt werden und zu neuem Leben erwachen, wenn sie wieder in Wasser gelangen. Dagegen wies Pasteur überzeugend nach, daß niemals Organismen in Aufgüssen organischer Substanzen sich entwickeln, wenn sie genügend gekocht waren und die zutretende atmosphärische Luft chemisch gereinigt war. Er faßte die Ergebnisse seiner exakten Versuche, die von Robert Koch und vielen anderen Bakteriologen

bestätigt wurden, und die Veranlassung zu dem modernen Desinfektionsverfahren gaben, in dem Satze zusammen: „Die Generatio spontanea oder aequivoca ist eine Fabel."

Die berühmten Versuche von Pasteur und seinen Nachfolgern hatten die Fabel von der Saprobiose widerlegt, aber nicht die Theorie der Archigonie. Diese beiden, gänzlich verschiedenen Hypothesen werden aber trotzdem bis heute verwechselt, weil für beide die alte Bezeichnung der Urzeugung (Generatio spontanea) in Geltung geblieben ist. Noch heute kann man in vielen Schriften lesen, daß die „unwissenschaftliche" Annahme der Urzeugung für alle Zeit durch jene Experimente widerlegt sei, und daß somit die Frage vom Ursprung des organischen Lebens als ein unlösbares „Welträtsel" dargetan sei. Die Oberflächlichkeit des Denkens und der Mangel an Kritik, der sich in diesen und ähnlichen Betrachtungen wiederholt, sind erstaunlich groß; sie würden in anderen Wissenschaftsgebieten kaum möglich sein. Aber die Biologie zeichnet sich ja, wie viele angesehene Koryphäen fortwährend behaupten, dadurch aus, daß sie nur Tatsachen zu beobachten und diese exakt zu beschreiben habe; — die Bildung von klaren Begriffen und noch mehr das Nachdenken über ihre Bedeutung sind unnötig und gefährlich, ja sogar verwerflich! Nur durch diesen niederen Zustand der biologischen Forschungsmethoden ist es erklärlich, daß unsere Hypothese der Archigonie noch immer bekämpft oder einfach mit Stillschweigen übergangen wird. — Warum? — Weil die falsche Hypothese der Saprobiose, die gar nichts damit gemein hat, als den Namen „Urzeugung", durch die Versuche von Pasteur und Genossen widerlegt ist! Diese Versuche beweisen doch weiter gar nichts, als daß aus gewissen Aufgüssen organischer Substanzen — unter gewissen, sehr künstlichen Bedingungen! — sich keine neuen Organismen bilden; sie berühren aber gar nicht die wichtige und dringende Frage, die für uns hier allein von Bedeutung ist, die Frage: „Wie sind die ältesten

organischen Bewohner unseres Erdballs, die primitiven „Urorganismen", aus anorganischen Verbindungen entstanden?

Das hohe Ansehen, das sich die berühmten Versuche von Pasteur über „Urzeugung" rasch erwarben, und die nachteilige Begriffsverwirrung, welche die falsche Deutung seiner Ergebnisse in weitesten Kreisen hervorriefen, gibt mir Veranlassung, hier den allgemeinen Wert des Forschungsversuchs in vielen Fragen kritisch zu beleuchten. Seitdem Baco vor 300 Jahren das Experiment in die Naturforschung eingeführt und ihr damit eine exakte Basis gegeben hatte, nahm sowohl die theoretische Naturerkenntnis, als deren praktische Verwertung einen ganz gewaltigen Aufschwung. Neue Methoden der Untersuchung ermöglichten der Neuzeit ein viel tieferes Eindringen in das Wesen der Erscheinungen als im klassischen Altertum, dem das Experiment unbekannt war. Besonders im 19. Jahrhundert, in dem die Experimentalmethoden erstaunlich verfeinert und vervielfältigt wurden, nahmen durch sie die „exakten" Wissenschaften einen früher nicht geahnten Aufschwung. Worin ist nun aber eigentlich dieser hohe Wert des Versuchs begründet? Er ist eine Frage an die Natur, die bei richtiger Stellung — unter Erfüllung der jedesmaligen Bedingungen! — auch eine richtige Antwort gibt. Es kommt aber gerade auf letzteren Punkt sehr viel an!

In unserem Falle lautet die Frage der Archigonie: „Unter welchen Bedingungen und auf welche Weise entsteht lebendige Substanz (= Plasma) aus leblosen anorganischen Verbindungen?" Wir können mit voller Sicherheit annehmen, daß in der Periode der Archigonie — d. h. in dem Zeitraum, in dem das organische Leben auf der abgekühlten Rinde unseres glutflüssigen Planeten zuerst auftrat, im Beginn des laurentischen Zeitalters — die Existenzbedingungen gänzlich verschieden von den jetzigen waren; wir sind aber weit davon entfernt, uns eine bestimmte klare Vorstellung davon zu machen oder gar sie

künstlich nachahmen zu können. Ebenso weit sind wir entfernt von einer gründlichen chemischen Kenntnis der Eiweißverbindungen, zu denen das Plasma gehört; wir nehmen nur an, daß das Plasmamolekül außerordentlich groß und aus mehr als tausend Atomen zusammengesetzt ist, ferner daß die Lagerung und Verbindung der Atome im Molekül höchst verwickelt und labil ist. Aber von den wahren Verhältnissen dieses verwickelten Baues haben wir heute noch keine Ahnung. Ehe wir diesen komplizierten Molekularbau vom Eiweiß nicht kennen, muß jeder Versuch, denselben synthetisch darzustellen, töricht und vergeblich bleiben. Und bei dieser Sachlage sollen wir durch unsere rohen Versuche das „Lebenswunder" des Plasma künstlich herstellen, und wenn der Versuch (wie im voraus zu erwarten) mißlingt, daraus schließen: „Es gibt keine Urzeugung!"

Wenn man über diese Vorbedingungen vernünftiger Versuche über „Urzeugung" eingehend nachdenkt und die bunte Reihe der zahlreichen betreffenden Experimente kritisch vergleicht, so ergibt sich, daß deren negative Resultate für die Beantwortung unserer wichtigen Frage nicht den mindesten Wert haben, ja daß sie deren eigentlichen Kern gar nicht berühren. Die vielbewunderten Versuche von Pasteur und Genossen beweisen weiter nichts, als daß unter ganz bestimmten, sehr künstlichen Bedingungen aus organischen, sich zersetzenden Verbindungen (— und zwar aus toten Geweben von hochorganisierten Histonen! —) keine Infusorien, Bakterien und andere Protisten entstanden sind; sie können nicht einmal beweisen, daß derartige Saprobiosen unter anderen Bedingungen nicht eintreten könnten. Dagegen sagen sie uns nicht das mindeste über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Archigonie; in der bestimmten Fragestellung, wie ich diese wissenschaftliche Hypothese schon 1866 formuliert habe, bleibt sie von allen jenen Versuchen ganz unberührt. Jedenfalls bleibt sie unerschüttert bestehen als der erste Versuch, auf Grund unserer modernen Naturerkenntnis eine vorläufige

Antwort — wenn auch nur in Form einer heuristischen Hypothese — auf eine der wichtigsten Fragen der Naturphilosophie zu geben.

Schon in der „Generellen Morphologie" (1866), später in meinen „Biologischen Studien über Moneren und andere Protisten", ferner im ersten Bande meiner „Systematischen Phylogenie" (1894) habe ich die einzelnen Stufen des Vorgangs, den ich unter dem Begriffe Archigonie zusammenfasse, näher zu bestimmen versucht. Ich unterschied dabei als zwei Hauptstufen die Autogonie (Entstehung der ersten lebendigen Substanz aus anorganischen stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen) und die Plasmogonie (Entstehung des ersten individualisierten Plasma, der ältesten organischen Individuen in Form von Moneren). Bei meinen neueren bezüglichen Versuchen habe ich auch die wichtigen Ergebnisse mit verwertet, welche die verwandten, auf das gleiche Ziel gerichteten Untersuchungen von Naegeli (1884) zutage gefördert haben. In bezug auf einige wichtige Punkte, betreffend den chemisch-physikalischen Teil der Frage, ist Naegeli in seiner „Mechanisch-physiologischen Theorie der Abstammungslehre" (Kap. 2) noch näher in die Einzelheiten des archigonischen Prozesses eingegangen. Er nennt die ältesten Lebewesen, die durch „Mizellarorganisation" des Plasma aus einfachen anorganischen Verbindungen entstanden sind, Probien oder Probionten und meint, daß dieselben noch weit einfacher gebaut seien als meine Moneren. Diese Ansicht beruht auf einem Mißverständnis; Naegeli hält sich dabei nicht an meine bestimmte Definition: „Organismen ohne Organe (= strukturlose lebende Plasmastücke ohne morphologische Differenzierung)", sondern er hat dabei die einzelnen, rhizopodenartigen Organismen im Auge, welche ich zuerst als Moneren beschrieben hatte: Protamoeba, Protogenes, Protomyxa usw. Aber viel wichtiger als diese plasmophagen Zoomoneren sind nach meiner jetzigen Auffassung die Chromazeen, die plasmodomen Phytomoneren. Es ist auffallend, daß Nae-

geli deren primitive Organisation nicht eingehend zur Begründung seiner Theorie verwendet, obwohl er selbst sich das große Verdienst erworben hatte, diese primitivsten von allen jetzt lebenden Organismen als einzellige Algen zu beschreiben (1842). Tatsächlich stehen die einfachsten Chromazeen (Chroococcus und Verwandte) seinen hypothetischen Probien oder Probionten so nahe, daß eigentlich nur die Ausscheidung einer Schutzhülle um die homogene Plasmakugel, und weiterhin die Sonderung der blaugrünen Rindenzone von dem farblosen Zentralkorn als „Anfänge der Organisation" in den Chroococcazeen betrachtet werden können. Unter den weiter gehenden Erörterungen, die Naegeli daran anschließt, sind besonders wichtig diejenigen, die sich auf die Stufenfolge der primitiven Abiogenesis und auf die häufige Wiederholung dieses physikalischen Prozesses beziehen.

Neuerdings hat Max Kassowitz im zweiten Bande seiner „Allgemeinen Biologie" (1899) die verschiedenen Stadien des Archigonieprozesses, im Anschluß an seine metabolische Theorie vom Aufbau und Zerfall des Plasma, eingehend vom Standpunkte der physiologischen Chemie erläutert. Er betont mit Recht, daß die Entstehung der lebendigen aus der leblosen Substanz nicht als ein plötzlicher Sprung zu denken ist; vielmehr haben sich die hoch komplizierten chemischen Einheiten, welche jetzt die Grundlage des Lebens bilden, langsam und allmählich, Schritt für Schritt in unermeßlich langen Zeiträumen, auf dem Wege der Substitution aus immer einfacheren Verbindungen hervorgebildet. Man kann diese Anschauungen, die mit meinen früheren Deduktionen (1866) großenteils übereinstimmen, mit der Cyantheorie von Pflüger verknüpfen und gelangt dann etwa zu folgenden Sätzen:

1. Als Vorstufe der Archigonie ist die Bildung von gewissen stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen zu betrachten, die zur Zyangruppe (Zyansäure usw.) gerechnet werden können; sie bildeten sich schon,

als die Erdkugel noch eine glutflüssige Masse war. 2. Nach Erstarrung der oberflächlichen Erdkruste bildete sich tropfbar flüssiges Wasser; unter seinem Einflusse und unter den beträchtlichen Veränderungen der kohlensäurereichen Atmosphäre bildete sich aus jenen einfachen Zyanverbindungen eine Reihe von komplizierteren stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen, die zuletzt Albumin (oder Proteïn) lieferten. 3. Die Albuminmoleküle ordneten sich in bestimmter Weise, gemäß ihren labilen chemischen Beziehungen, zu größeren Molekülgruppen (Pleonen oder Mizelle). 4. Diese Albuminmizelle traten zur Bildung von größeren Aggregaten zusammen und bildeten homogene Plasmakörner (Plassonellen). 5. Bei weiterem Wachstum teilten sich die Plassonellen und bildeten größere Plasmakugeln von homogener Beschaffenheit: Moneren (= Probionten). 6. Infolge von Oberflächenspannung oder auch chemischer Differenzierung bildete sich eine Differenz von festerer Rindenschicht (Membran) und weicherer Markschicht (Zentralkorn), wie bei vielen Chromazeen. 7. Erst später entstanden aus solchen kernlosen Zytoden die einfachsten (kernhaltigen) Zellen, indem sich die Erbmasse des Plasma im Innern der Moneren ansammelte und zu einem festen Kern verdichtete.

Eine interessante, aber zur Zeit noch ungelöste Frage ist die, ob sich der Prozeß der Archigonie, als des organischen Lebens Anfang, nur einmal im Laufe der Zeit zutrug oder öfter wiederholte. Für beide Ansichten lassen sich Gründe anführen. Pflüger (l. c.) sagt darüber: „In der Pflanze fährt das lebendige Eiweiß nur fort, das zu tun, was es immer seit seinem ersten Entstehen tat, d. h. sich fortwährend zu regenerieren oder zu wachsen; weshalb ich glaube, daß alles in der Welt vorhandene Eiweiß direkt von jenem ersten abstammt. Deshalb zweifle ich an der Generatio spontanea in der gegenwärtigen Zeit; auch die vergleichende Biologie deutet unmittelbar darauf hin, daß alles Lebendige aus nur einer

einzigen Wurzel seinen Ursprung genommen hat." Indessen schließt doch diese Erwägung nicht aus, daß möglicherweise der chemische Prozeß der spontanen Plasmodomie sich in jener ältesten Zeit — unter gleichen Bedingungen — oft in gleicher Form wiederholt hat.

Auf der anderen Seite hat besonders Naegeli mit Recht darauf hingewiesen, daß kein Grund vorliegt, eine oftmalige Wiederholung der Archigonie, selbst bis zur Gegenwart, anzunehmen. Sobald die physikalischen Bedingungen für den chemischen Prozeß der Plasmodomie gegeben sind, kann er sich jederzeit und an jedem Orte wiederholen. Was den Ort betrifft, so bietet wahrscheinlich der Meeresstrand die günstigsten Bedingungen, da z. B. an der Oberfläche von fein zerteiltem feuchten Sande die Molekularkräfte der Substanz in allen Aggregatzuständen, in gasförmigem, tropfbarflüssigem, festflüssigem und festem Zustande, die beste Bedingung finden, aufeinander einzuwirken. Tatsache ist, daß noch heute alle verschiedenen Entwicklungszustände der „lebendigen Substanz", vom einfachsten Moner (Chroococcus) bis zur einfachen kernhaltigen Zelle, von dieser bis zur höchstorganisierten Zelle der Radiolarien und Infusorien, von der einfachen Eizelle bis zu dem höchst entwickelten Histonalbau der höheren Pflanzen und Tiere, vom Amphioxus bis zum Menschen nebeneinander vorkommen. Zur Erklärung dieser Tatsache gibt es nur zwei Möglichkeiten: Entweder haben sich die einfachsten heute noch lebenden Organismen, Chromazeen und Bakterien, die Palmellen und Amoeben, seit Beginn des organischen Lebens, — seit mehr als hundert Jahrmillionen — unverändert erhalten oder nur sehr unbedeutende Fortschritte der Organisation gemacht; — oder der phylogenetische Prozeß ihrer Entwicklung hat sich im Laufe dieser Zeit mehrmals wiederholt und wiederholt sich ebenso noch heute. Auch wenn letzteres der Fall wäre, würden wir wohl kaum imstande sein, uns durch direkte Beobachtung davon zu überzeugen.

Angenommen, daß noch heute einfachste Organismen durch Archigonie entständen, so würde wahrscheinlich die unmittelbare Beobachtung dieses wichtigen Vorgangs aus folgenden Gründen unmöglich oder doch höchst schwierig sein. 1. Als älteste und einfachste Organismen sind mit großer Wahrscheinlichkeit kugelige Plasmakörner ohne sichtbare Struktur anzunehmen, ähnlich den einfachsten, heute noch lebenden Chromazeen (Chroococcus). 2. Diese plasmodomen Moneren sind nicht zu unterscheiden von den Chromoplasten (Chlorophyllkörner), die im Innern von Pflanzenzellen leben und auch nach deren Absterben fortfahren können, sich durch Teilung selbständig zu vermehren. 3. Mit Naegeli müssen wir annehmen, daß die ursprüngliche Größe dieser Probionten (— trotz der verhältnismäßig kolossalen Größe ihres Moleküls —) sehr unbedeutend und viel zu gering ist, um auch mit Hilfe der besten Mikroskope wahrgenommen zu werden. 4. Ebenso würde der primitive Stoffwechsel und das einfache langsame Wachstum dieser Moneren sich unserer direkten Beobachtung entziehen. 5. Tatsächlich sind winzige Körnchen, die aus Plasma bestehen oder zu bestehen scheinen, sehr häufig in stehenden Gewässern und im Meere zu finden; wir sind gewöhnt, sie als isolierte Teilchen von zerstörten Tier- oder Pflanzenleichen anzusehen; kleine isolierte Chlorophyllkörner, die überall zu finden sind, betrachten wir als ausgetretene Produkte von Pflanzenzellen. Wer kann aber die Behauptung widerlegen, daß sie vielmehr Plassonellen oder junge Moneren darstellen, die langsam weiter wachsen und sich mit ihresgleichen zu größeren Plasmakörpern verbinden?

Ein oft gehörter Einwand gegen unsere natürliche und monistische Auffassung der Archigonie besteht darin, daß wir bisher nicht imstande gewesen seien, in unseren chemischen Laboratorien Eiweißkörper, und namentlich Plasma, durch künstliche Synthese herzustellen; man zieht daraus den falschen dualistischen Schluß, daß nur übernatürliche, vitale Kräfte

dazu imstande seien. Man bedenkt dabei nicht, daß wir noch nicht einmal die komplizierte chemische Struktur der Eiweißkörper kennen, und daß wir nicht wissen, was eigentlich im Innern der grünen Chlorophyllkörner geschieht, die in jeder Pflanzenzelle die strahlende Energie des Sonnenlichts in die Spannkraft von neugebildetem Plasma umsetzen. Wie sollen wir mit den unvollkommenen und rohen Hilfsmitteln unserer heutigen Chemie einen verwickelten chemischen Vorgang synthetisch nachahmen, dessen Wesen uns nicht einmal analytisch klar geworden ist? Außerdem liegt die Grundlosigkeit jenes skeptischen Einwands auf der flachen Hand; wir dürfen nie einen Naturprozeß für übernatürlich erklären, weil wir ihn nicht künstlich nachahmen können.

Sechzehntes Kapitel

LEBENSENTWICKLUNG

Descendenztheorie. Transformismus und Darwinismus. Stammesgeschichte und Keimesgeschichte. Biogenetisches Grundgesetz.

Die fundamentale Bedeutung, welche die Entwicklungslehre für unsere monistische Philosophie besitzt, habe ich bereits 1866 in der Generellen Morphologie ausführlich dargelegt. Ein populärer Auszug dieser Anschauung ist in der Natürlichen Schöpfungsgeschichte gegeben und kurz zusammengefaßt im 13. Kapitel der „Welträtsel". Indem ich mich auf diese früheren Schriften und namentlich auf die letztere zurückbeziehe, beschränke ich mich hier darauf, zu ihrer Ergänzung einige der wichtigsten allgemeinen Fragen des Evolutismus (oder der Genetik) im Lichte der modernen Naturerkenntnis zu betrachten; dabei sind besonders die entgegengesetzten Ansichten über Art und Wert der Biogenesis zu vergleichen, die noch jetzt, im Beginne des 20. Jahrhunderts, sich gegenüberstehen.

Die prinzipielle Einheit der anorganischen und organischen Natur, die ich im zweiten Buche der Generellen Morphologie eingehend zu begründen versucht habe, und deren Bedeutung im 14. Kapitel der „Welträtsel" betont ist, gilt für den gesamten Verlauf ihrer Entwicklung, die Ursachen ihrer Erscheinungen und deren Gesetze. Wir schließen also auch für die Evolution der Organismen jeden Vitalismus und Dualismus aus und beharren auf unserer Überzeugung, daß dieselbe stets auf physikalische

Kräfte (und insbesondere auf chemische Energie) zurückzuführen ist. Da wir als die Basis derselben überall das Plasma betrachten, können wir auch sagen: die organische Entwicklung beruht auf Mechanik und Chemie des Plasma. So wenig wir eine besondere übernatürliche „Lebenskraft" für die Erklärung der physiologischen Funktionen zulassen dürfen, ebensowenig kann eine solche als Regulator oder Faktor der biogenetischen Prozesse angenommen werden.

Wenn wir unter Biogenie die Gesamtheit aller organischen Entwicklungsprozesse auf der Erde verstehen, unter Geogenie dagegen diejenige der Erde selbst, und unter Kosmogenie die der ganzen Welt, so ist unzweifelhaft die Biogenie nur ein kleiner Teil der Geogenie, ebenso wie diese letztere wieder nur ein kleiner Teil der unermeßlichen Kosmogenie ist. Dieses wichtige Verhältnis ist eigentlich ohne weiteres klar, aber trotzdem oft ganz übersehen worden; es gilt sowohl für die Zeit als für den Raum. Wenn wir auch annehmen, daß der biogenetische Prozeß (— d. h. die Entwicklung des organischen Lebens auf der Erde vom Beginn bis zur Gegenwart —) mehr als hundert Millionen Jahre umfaßt, so ist doch dieser lange Zeitraum wahrscheinlich viel kürzer als derjenige, dessen unser Planet zu seiner individuellen Entwicklung als Weltkörper bedurfte: von der ersten Ablösung des planetarischen Nebelringes aus dem Mutterkörper der Sonne bis zu seiner Verdichtung zum rotierenden Gasball, von da bis zur Bildung des glutflüssigen Feuerballs, zur Erstarrung der festen Rinde an dessen Oberfläche, und endlich bis zum Niederschlag tropfbar flüssigen Wassers. Erst mit der Bildung des letzteren konnte der Kohlenstoff seine organogene Tätigkeit beginnen und zur Bildung des Plasma fortschreiten. Aber auch dieser lange geogenetische Prozeß ist in bezug auf Raum und Zeit nur ein winzig kleiner Teil der unendlichen und unermeßlichen Kosmogenie. Wenn wir nun auch annehmen, daß auf vielen anderen Weltkörpern un-

ter denselben Bedingungen wie auf unserer Erde sich in ähnlicher Weise organisches Leben entwickelt („Welträtsel", Kap. 20), so ist jedenfalls die Gesamtheit aller dieser biogenetischen Vorgänge nur ein kleiner Teil von dem allumfassenden kosmogenetischen Prozeß. Die Annahme des Vitalismus, daß dessen mechanischer Gang von Zeit zu Zeit durch die übernatürliche „Schöpfung" von Organismen unterbrochen worden sei, widerspricht unserer reinen Vernunft, der Einheit der Natur und dem Substanzgesetze. Wir müssen also in erster Linie an der fundamentalen Überzeugung festhalten, daß alle biogenetischen Prozesse ebenso auf Mechanik der Substanz zurückzuführen sind, wie alle übrigen Naturerscheinungen.

Für die Entwicklung der anorganischen Natur, der Erde und des ganzen Weltalls, wurde der mechanische Charakter (— im Gegensatze zu der wundergläubigen „Schöpfungslehre" —) schon zu Ende des 18. Jahrhunderts festgestellt und mathematisch bewiesen, und zwar durch den großen Atheisten Laplace in seiner „Mécanique céleste" (1799). Die ähnliche Kosmogenie, die Kant schon 1755 in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels" aufgestellt hatte, kam erst viel später zur Geltung („Welträtsel" Kap. 13). Dagegen eröffnete sich die Möglichkeit, auch die Entwicklung der organischen Natur mechanisch zu erklären, erst nachdem Darwin 1859 der Deszendenztheorie durch seine Selektionstheorie ein festes Fundament gegeben hatte. Den ersten dahingehenden Versuch unternahm ich selbst 1866 in meiner „Generellen Morphologie", deren Ziel auf dem Titel selbst bezeichnet ist: „Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformierte Deszendenztheorie." Namentlich im 2. Bande dieses Werkes, in der „Allgemeinen Entwicklungsgeschichte der Organismen", habe ich mich bemüht, zu zeigen, daß beide Teile derselben, ebenso die Keimesgeschichte (Ontogenie) wie die

Stammesgeschichte (Phylogenie), auf physiologische Tätigkeiten des Plasma zurückzuführen, also mechanisch (in weiterem Sinne) zu erklären sind.

Als ich 1866 den Begriff und die Aufgabe der Phylogenie oder Stammesgeschichte aufstellte, erschien den meisten Biologen dieser erste Versuch völlig fremdartig und unberechtigt, ebenso wie der Darwinismus selbst, dessen natürliche Konsequenz er war. Selbst der berühmte Emil Du Bois-Reymond, dem als Physiologen derselbe nur willkommen sein sollte, bezeichnete ihn als einen „schlechten Roman"; er verglich meine ersten Versuche, die Stammbäume der organischen Klassen auf Grund der Palaeontologie, der vergleichenden Anatomie und Ontogenie zu konstruieren, mit den hypothetischen Bemühungen der Philologen um Ergründung der fabelhaften Stammbäume der homerischen Helden. Indessen hatte ich selbst jene ersten unvollkommenen Versuche nur als provisorische Entwürfe bezeichnet, als heuristische Hypothesen, die späteren besseren Forschungen den Weg bahnen sollten. Wie viel seitdem auf diesem Wege geleistet worden ist, und wie weit wir in der Ergründung der Abstammungsverhältnisse durch die vereinten Bemühungen zahlreicher trefflicher Palaeontologen, Anatomen und Embryologen gekommen sind, lehrt ein Blick auf die reiche heutige Literatur der Phylogenie. Ich habe vor zehn Jahren in den drei Bänden meiner „Systematischen Phylogenie" den Versuch gemacht, deren Ergebnisse im einheitlichen Zusammenhang darzustellen. Mein hauptsächliches Streben dabei war einerseits, das „Natürliche System der Organismen" auf Grund ihrer Stammesgeschichte auszubilden, anderseits aber den mechanischen Charakter des phylogenetischen Prozesses nachzuweisen. Alle Tätigkeiten der Organismen, die die Transformation der Spezies und die Entstehung neuer Arten im Kampf ums Dasein bewirken, sind auf physiologische Funktionen derselben zurückzuführen, auf das Wachstum und die Ernährung, Anpassung und Vererbung, und diese selbst wieder sind

auf Mechanik und Chemie des Plasma zu beziehen. Der Kampf ums Dasein selbst ist ein mechanischer Prozeß, in welchem die Naturzüchtung das Mißverhältnis zwischen der Überzahl der Keime und der beschränkten Existenzmöglichkeit der aktuellen Individuen, im Verein mit der Variabilität der Spezies, benutzt, um ohne vorbedachten Zweck mechanisch neue zweckmäßige Einrichtungen hervorzubringen. Diese teleologische Mechanik bedarf keiner mysteriösen „Zielstrebigkeit" oder Finalität, sondern sie ordnet sich der allgemeinen mechanischen Kausalität unter, die sämtliche Vorgänge im Universum beherrscht. Die natürliche Finalität ist nur ein besonderer Fall der mechanischen Kausalität. Die erstere ist der letzteren unterzuordnen — nicht umgekehrt, wie Kant wollte!

Der erste Versuch, den der große Lamarck 1809 in seiner Philosophie zoologique zur Begründung des Transformismus unternahm, verdient von seiten der monistischen Philosophie deshalb so hohe Anerkennung, weil damit überhaupt zum ersten Male eine natürliche Entstehung der unzähligen organischen Formen erklärt wurde, die als Spezies von Tieren und Pflanzen unseren Erdball bevölkern. Bis dahin hatte man sich deren Ursprung nur durch einen übernatürlichen Prozeß, durch das Wunder der Schöpfung, erklären können. Jetzt trat diesem metaphysischen Kreatismus der physikalische Evolutismus gegenüber. Lamarck erklärte die langsame und allmähliche Umbildung der organischen Arten durch die Wechselwirkung von zwei physiologischen Funktionen, Anpassung und Vererbung. Die Anpassung (Veränderung der Organe durch Übung) beruht auf ihrer Fortbildung durch Gebrauch, Rückbildung durch Nichtgebrauch; die Vererbung bewirkt bei der Fortpflanzung die Übertragung der neuen, so erworbenen Eigenschaften auf die Nachkommen. Neue Arten entstehen aus den alten Spezies auf dem physiologischen Wege der Transmutation. Daß dieser große Gedanke ein halbes Jahrhundert hindurch über-

sehen wurde, nimmt ihm nichts von seiner fundamentalen Bedeutung. Er gelangte zu allgemeiner Geltung erst seit 1859, nachdem ihm Charles Darwin den Selektionsgedanken zugefügt und damit seine kausale Lücke ausgefüllt hatte. Ganz abgesehen von diesem eigentlichen Darwinismus (— gleichviel ob er wahr ist oder nicht —), hat sich jetzt der Grundgedanke des Transformismus allgemein Geltung errungen; er wird heute sogar von vielen Metaphysikern anerkannt, die ihn noch vor 30 Jahren lebhaft bekämpften. Denn die Tatsache der fortschreitenden Umbildung der Arten ist nur verständlich durch Lamarcks Theorie, daß die jetzt lebenden Arten die umgebildeten Deszendenten von früheren verschiedenen Arten sind. Trotzdem zahlreiche Autoritäten diese Deszendenztheorie mit so vielem Aufwand von Gelehrsamkeit und Beredsamkeit bekämpft haben, ist doch keiner imstande gewesen, sie zu widerlegen oder irgendeine brauchbare Entwicklungstheorie an ihre Stelle zu setzen. Das gilt namentlich auch von ihrem wichtigsten Folgeschluß, der Abstammung des Menschen von einer Reihe anderer Säugetiere (zunächst Primaten).

Der unschätzbare Wert, den die Zuchtwahllehre von Charles Darwin (1859) für die monistische Biologie besitzt, ist gegenwärtig von den meisten sachkundigen und unbefangenen Vertretern der wissenschaftlichen Lebenskunde anerkannt. Im Laufe der 44 Jahre, seitdem dieser eigentliche Darwinismus Eingang in alle Gebiete der Biologie gefunden hat, ist er in mehr als hundert größeren Werken und in vielen tausend Abhandlungen zur Erklärung der biologischen Erscheinungen erfolgreich verwertet worden; damit allein schon ist seine fundamentale Bedeutung festgestellt. Daher zeugt es von gründlicher Unkenntnis der Sachlage und der Literatur, wenn neuerdings vielfach behauptet wird, der Darwinismus sei im starken Rückgang begriffen, oder gar: „er sei tot und begraben". Die eingehendste neuere Begründung des Darwinismus hat August Weismann

in seinen lehrreichen „Vorträgen über Deszendenztheorie" (1902) und in vielen anderen Schriften gegeben. Jedoch geht dieser ausgezeichnete Zoologe zu weit, indem er die „Allmacht" der Selektion zu beweisen sucht und sie auf seine unhaltbare Molekularhypothese stützen will, die „Keimplasmatheorie", die wir nachher besprechen werden. Wenn wir von diesen und anderen Übertreibungen des Hyper-Darwinismus absehen, so können wir trotzdem mit Weismann behaupten, daß die Deszendenztheorie von Lamarck erst durch die Selektionstheorie von Darwin ihre kausale Begründung erfahren habe. Die realen Grundlagen der letzteren liefern drei Erscheinungen: 1. die Vererbung, 2. die Anpassung (Variation), 3. der Kampf ums Dasein. Alle drei Faktoren sind, wie ich schon oft ausgeführt habe, rein mechanischer, nicht teleologischer Natur: die Vererbung hängt mit der physiologischen Funktion der Fortpflanzung ebenso eng zusammen wie die Anpassung mit der Ernährung; und der Kampf ums Dasein folgt logisch mit mathematischer Notwendigkeit aus dem Mißverhältnis zwischen der Zahl der potentiellen Individuen (Keime) und der aktuellen Individuen, die reif werden und die Art fortpflanzen.

Nachdem ich 1866 in meiner „Generellen Morphologie" den ersten Versuch gemacht hatte, der Selektionstheorie Darwins Bahn zu brechen und die Entwicklungslehre als umfassende Theorie vom Standpunkte der monistischen Philosophie darzustellen, erschienen zahlreiche und zum Teil wertvolle Arbeiten, die einzelne Teile dieses unermeßlichen Forschungsgebietes näher beleuchteten und dem kausalen Verständnis erschlossen. Aber erst 18 Jahre später erschien ein größeres Werk, das von denselben monistischen Prinzipien ausgehend, aber auf anderen Wegen demselben hohen Ziele zustrebte. 1884 veröffentlichte Carl Naegeli, einer unserer kenntnisreichsten und scharfsinnigsten Botaniker, seine „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre". Dieses interessante Buch besteht aus sehr verschiedenen

Teilen; vor allen ist zu erwähnen, daß darin die Abstammungslehre als die einzig mögliche und natürliche Theorie von der Entstehung der Arten anerkannt und dargestellt wird; auch werden Morphologie und Systematik ausdrücklich als „phylogenetische Wissenschaften" behandelt; ferner gehört das Kapitel über Urzeugung — ein dunkles und gefährliches Problem, das von den meisten Naturforschern am liebsten gemieden wird! — zu dem Besten, was über diese wichtige Frage je geschrieben wurde. Dagegen verwirft Naegeli die Selektionstheorie Darwins ganz und läßt die Entstehung der Arten durch eine innere, „bestimmt gerichtete Variation" unabhängig von den Existenzbedingungen der Außenwelt entstehen. Wie schon Weismann richtig bemerkt hat, ist dieses innere treibende Entwicklungsprinzip, das die Anpassung im eigentlichen Sinne leugnet, im Grunde nichts anderes als eine „phyletische Lebenskraft"; sie wird uns dadurch nicht annehmbar, daß Naegeli zu ihrer Stützung ein fein durchdachtes metaphysisches System aufbaut und ein besonderes „Prinzip der Isagität" annimmt. Die damit verknüpfte Idioplasmatheorie aber ist insofern wertvoll, als darin die Sonderung des Zellplasma in zwei physiologisch verschiedene Teile näher begründet wird, das Idioplasma als Erbmasse und das Trophoplasma als Nährmasse der Zelle.

Die vitalistische und teleologische Vorstellung von einem inneren Entwicklungsprinzip, das, unabhängig von der Außenwelt und ihren Existenzbedingungen, die Entstehung der Tier- und Pflanzenarten bestimmt, ist nicht nur in der „mechanisch-physiologischen" Abstammungslehre von Naegeli enthalten, sondern auch in vielen anderen Versuchen, die Gründe der Speziestransformation zu enträtseln. Alle diese Versuche sind der herrschenden Schulphilosophie willkommen, die vor allem den übernatürlichen Zweck zu retten sucht, die „kosmische Intelligenz" von Reinke, oder was dasselbe ist, die „Weisheit des Schöpfers" (eines Dr. ing. ersten Grades!) oder die

Schöpfungsgedanken Gottes (Agassiz). Alle diese dualistischen und teleologischen Versuche leiden an demselben Fehler, daß sie den ungeheuren Einfluß übersehen oder gering schätzen, den die Außenwelt mit ihren Existenzbedingungen auf die Gestaltung und Umbildung der Organismen ausübt. Besonders wenn sie die progressive Vererbung und ihre Verknüpfung mit der funktionellen Anpassung leugnen, verlieren sie den wichtigsten Faktor der Transformation. Das gilt auch von der „Keimplasmatheorie" von Weismann. Der Wunsch, tiefer in die geheimnisvollen Vorgänge einzudringen, die im Plasma bei den physiologischen Vorgängen der Vererbung und Anpassung tätig sind, hat zur Aufstellung einer Anzahl von Molekulartheorien geführt; die wichtigsten von diesen sind die Pangenesis von Darwin (1878), die Perigenesis von mir (1876), die Idioplasmatheorie von Naegeli (1884), die Keimplasmatheorie von Weismann (1885), die Mutationstheorie von de Vries (1903). Da ich dieselben bereits im 9. Vortrag der „Natürl. Schöpfungsgeschichte" besprochen habe, kann ich hier darauf verweisen. Keiner von diesen und anderen ähnlichen Versuchen hat die schwierigen, hier vorliegenden Probleme vollkommen gelöst, und keiner hat sich allgemeine Anerkennung errungen.

Als ich 1866 (im 19. Kap. der „Gen. Morphologie") den ersten Versuch unternahm, die Erscheinungen der Vererbung und Anpassung in bestimmten „Gesetzen" zu formulieren und diese übersichtlich in Reihen zu ordnen, unterschied ich zunächst die konservative und progressive Vererbung („Natürl. Schöpfungsgeschichte", 9. Vortrag). Die konservative Heredität oder die „Vererbung ererbter Eigenschaften" überträgt die morphologischen und physiologischen Charaktere, die jedes Individuum von seinen Eltern erhalten hat, ebenso auf die weitere Nachkommenschaft. Hingegen überträgt die progressive Heredität oder die „Vererbung erworbener Eigenschaften" auch einen Teil derjenigen Charak-

tere auf die Nachkommen, die von den Eltern erst während ihres individuellen Lebens erworben wurden. Die wichtigsten von diesen sind diejenigen Eigenschaften, die durch die Tätigkeit der Organe selbst hervorgerufen werden; gesteigerter Gebrauch und Übung der Organe ruft erhöhten Zufluß von Nahrung hervor und begünstigt deren Wachstum; verminderter Gebrauch und Nichtübung bedingt umgekehrt Herabsetzung der Ernährung und des Wachstums. Als nächstliegende Beispiele dafür erinnern wir nur an die Umbildung unserer Muskeln und Augen, an die Tätigkeit unserer Hände und Stimme beim Malen und Singen usw. Hier wie in allen Künsten gilt das alte Sprichwort: „Übung macht den Meister." Dasselbe gilt aber ganz allgemein für alle physiologische Tätigkeit des Plasma, sogar für seine höchste und erstaunlichste, das Denken; ebenso wie die Geschicklichkeit der Hände und Sinne, so wird auch das Gedächtnis und die Vernunfttätigkeit des Phronema geschärft durch die beständige Übung der Zellen, die diese Organe zusammensetzen.

Schon der große Lamarck erkannte mit weitschauendem Blicke die hohe morphologische Bedeutung dieses physiologischen Gebrauchs der Organe und zweifelte nicht, daß die dadurch erzielte Umbildung der Körperteile bis zu einem gewissen Grade durch Vererbung auf die Nachkommen übertragen werden könne. Als ich 1866 diese Verhältnisse der direkten Anpassung und der progressiven Vererbung eingehend erläuterte, wies ich namentlich auf das besondere „Gesetz der gehäuften oder kumulativen Anpassung" hin: „Alle Organismen erleiden bedeutende und bleibende (chemische, morphologische und physiologische) Abänderungen, wenn eine an sich unbedeutende Veränderung in den Existenzbedingungen lange Zeit hindurch oder zu vielen Malen wiederholt auf sie einwirkt." Dabei betonte ich besonders, daß zwei hierher gehörige Gruppen von Erscheinungen eng zusammengehören, die häufig ge-

trennt werden, nämlich die gehäufte Anpassung: erstens äußerlich durch die Wirkungen äußerer Existenzbedingungen (Nahrung, Klima, Umgebung usw.); und zweitens innerlich durch die Reaktion des Organismus, die Wirkungen innerer Existenzbedingungen (Gewohnheit, Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe usw.). Die Aktion des äußeren Einflusses (Energie von Licht, Wärme, Elektrizität, Druck usw.) ruft nicht allein die Reaktion des betroffenen Organismus hervor (Energie der Bewegung, Empfindung, Chemose usw.), sondern sie wirkt namentlich als trophischer Reiz auf dessen Ernährung und Wachstum ein. Dieses letztere Moment hat später namentlich Wilhelm Roux mit Recht betont; seine funktionelle Anpassung (1881) fällt zusammen mit meiner kumulativen Anpassung, deren nahe Beziehung zur korrelativen Anpassung (Wechselbeziehung der Bildung, Korrelation der Teile) ich auch damals schon (1866) hervorgehoben hatte. Plate hat neuerdings diese „bestimmt gerichtete Variation" als ektogene Orthogenese oder kurz Ektogenese bezeichnet.

Der Kampf um die progressive Vererbung wogt noch gegenwärtig unentschieden hin und her. Weismann leugnete dieselbe vollständig, weil er sie nicht mit seiner „Keimplasmatheorie" vereinbaren kann und weil nach seiner Ansicht experimentelle Beweise dafür fehlen. Zahlreiche und namhafte Biologen haben sich ihm angeschlossen, bestochen durch seine geistreiche Argumentation. Dabei legen viele törichterweise großes Gewicht auf Vererbungsexperimente, die gar nichts beweisen; z. B. darauf, daß Verstümmelungen (Mangel des Schwanzes bei geschwänzten Säugetieren, denen er abgeschnitten wurde, und dergl.) auf deren Nachkommen nicht vererbt werden. Zuverlässige neuere Beobachtungen scheinen zu beweisen, daß in einzelnen Fällen auch solche Defekte (— wenn sie tiefgreifende und lange anhaltende Erkrankungen des betroffenen Körperteils zur Folge hatten —) durch Vererbung auf die

Nachkommen übertragen werden können. Aber für die Entstehung neuer Arten (durch Orthogenese) ist diese Tatsache ziemlich gleichgültig; für diese kommt es auf die Vererbung von kumulativen oder funktionellen Anpassungen an. Experimentelle Beweise dafür sind schwer zu liefern, wenn man dafür unanfechtbar strenge Beweiskraft im Sinne physikalischer Experimente verlangt; die biologischen Bedingungen dafür sind meist viel zu verwickelt und bieten scharfer Kritik zu viele Blößen. Die schönen Versuche von Standfuß und E. Fischer (Zürich) haben gelehrt, daß Veränderungen in den äußeren Existenzbedingungen (Temperatur und Ernährung) auffällige Umbildungen hervorrufen können, die sich auf die Nachkommen vererben. Indessen findet die progressive Vererbung eine unbegrenzte Fülle von einleuchtenden Beweisen in dem ungeheuren Arsenal der Morphologie, der vergleichenden Anatomie und Ontogenie.

Vergleichende Morphologie: Nicht allein für die progressive Vererbung, sondern auch für andere Fragen der Phylogenese, liefert uns die komparative Morphologie einen Schatz der wertvollsten Argumente; das gilt ebenso von der vergleichenden Anatomie, wie von der vergleichenden Ontogenie. Ich habe in der kürzlich erschienenen 5. Auflage meiner „Anthropogenie" zahlreiche solche Beweismittel zusammengestellt und durch Abbildungen illustriert. Für das richtige Verständnis und die volle Würdigung derselben ist allerdings erforderlich, daß der Leser die Methode der kritischen Vergleichung kennt und richtig anzuwenden weiß. Dazu gehört nicht allein eine ausgedehnte Kenntnis der Anatomie, Ontogenie und Systematik, sondern auch Übung in morphologischem Urteilen und Denken. Diese Vorbedingungen fehlen aber zahlreichen modernen Biologen und namentlich jenen „exakten" Beobachtern, die irrtümlich glauben, durch die genaueste Beschreibung einzelner Detailverhältnisse mikroskopischer Strukturen usw. das Verständnis für große umfas-

sende Erscheinungsgruppen gewinnen zu können. Viele angesehene Zellenforscher, Histologen und Embryologen haben durch exklusive Vertiefung in solches Detailstudium den Blick für das große Ganze ihrer Aufgabe völlig verloren; sie lehnen sogar die Grundbegriffe der vergleichenden Anatomie, z. B. den Unterschied von Homologie und Analogie, ab; Wilhelm His z. B. erklärte solche „Schulbegriffe" für „unzuverlässiges Rüstzeug". Dagegen sollen physiologische Experimente zur Lösung morphologischer Probleme beitragen, über die sie nichts aussagen können. Um den unschätzbaren Wert der vergleichenden Anatomie für die Phylogenie richtig zu würdigen, mag hier nur an eines ihrer ergiebigsten Gebiete erinnert werden, an das Skelett der Wirbeltiere, die Vergleichung ihrer mannigfachen Formen des Schädels, der Wirbelsäule, der Gliedmaßen usw. Nicht umsonst haben seit mehr als hundert Jahren viele der geistreichsten Naturforscher, von Goethe und Cuvier bis auf Huxley und Gegenbaur, viele Jahre mühsamer Arbeit auf die methodische Vergleichung dieser ähnlichen und doch ungleichen Formen verwandt; sie sind belohnt worden durch die Erkenntnis gemeinsamer Bildungsgesetze, die im Sinne der modernen Entwicklungslehre nur durch Deszendenz von gemeinsamen einfachen Stammformen erklärt werden können.

Als schlagendes Beispiel dafür mag nur an die Gliedmaßen der Säugetiere erinnert werden, die bei gleichem inneren Skelettbau die größte Mannigfaltigkeit der äußeren Gestaltung zeigen, die schlanken Beine der laufenden Raubtiere und Huftiere, die Ruderbeine der Waltiere und Seehunde, die Grabschaufeln der Maulwürfe und Wühlmäuse, die Flügel der Fledermäuse, die Kletterbeine der Affen und die differenzierten Gliedmaßen des Menschen. Alle diese verschiedenen Skelettformen sind aus derselben gemeinsamen Stammform der ältesten Triasmammalien entstanden; ihre verschiedene Form und Struktur ist auf das mannigfaltigste den differenten

Tätigkeiten angepaßt; aber ihre Entstehung durch diese Funktionen, alle diese funktionellen Anpassungen werden nur begreiflich durch progressive Vererbung.

Die Mehrzahl der neueren Biologen hält an der Überzeugung fest, daß von den beiden Hauptbestandteilen der kernhaltigen Zelle das Zytoplasma des Zellenleibes die Tätigkeit der Ernährung und Anpassung, hingegen das Karyoplasma des Zellkerns die Funktion der Fortpflanzung und Vererbung besorgt. Diese Ansicht hatte ich zuerst (1866) im 9. Kapitel der „Gen. Morphologie" (Bd. II, S. 288) ausgesprochen; sie fand später (1875) ihre genauere empirische Begründung durch die ausgezeichneten Untersuchungen von Eduard Strasburger, den Gebrüdern Oskar und Richard Hertwig u. a. Die verwickelten feineren Verhältnisse, welche die Forscher bei der Zellteilung aufdeckten, führten zu der Annahme, daß der färbbare Bestandteil des Zellkerns, das Chromatin, die eigentliche „Erbmasse" sei, das materielle Substrat der „Vererbungsenergie". Weismann fügte nun zu dieser Erkenntnis die Annahme, daß dieses Keimplasma vollkommen von den übrigen Substanzen der Zelle gesondert lebe, und daß letztere (— das Somaplasma —) die durch Anpassung erworbenen neuen Eigenschaften nicht auf das Keimplasma übertragen können; gerade auf dieser Annahme beruht seine Opposition gegen die progressive Vererbung oder die „Vererbung erworbener Eigenschaften". Die Verteidiger der letzteren, zu denen ich gehöre, nehmen jene absolute Trennung von Keimplasma und Körperplasma nicht an; wir sind der Ansicht, daß schon beim Vorgange der Zellteilung selbst im einzelligen Organismus eine teilweise Mischung beider Plasmaarten eintritt (Karyolyse!), und daß auch im vielzelligen Organismus der Histonen der einheitliche Zusammenhang aller Zellen durch ihre Plasmabänder (Plasmodesmen) hinreichende Möglichkeit bietet, daß alle Körperzellen auf das Keimplasma der Keimzellen einwirken können.

Im Beginn des 20. Jahrhunderts hat eine neue bio-

logische Theorie großes Aufsehen erregt, die von den einen als eine experimentelle Widerlegung von Darwins Selektionstheorie, von den anderen als eine wertvolle Ergänzung derselben begrüßt worden ist. Der ausgezeichnete Botaniker Hugo de Vries (in Amsterdam) hielt 1901 auf der Naturforscherversammlung in Hamburg einen interessanten Vortrag über „Die Mutationen und die Mutationsperioden bei der Entstehung der Arten". Gestützt auf vieljährige Züchtungsversuche und sinnreiche Spekulationen, glaubt derselbe einen neuen Modus der Speziestransformation, eine sprungweise plötzliche Umbildung der Artform entdeckt und damit die Lehre Darwins von der allmählichen, sehr lange Zeiträume erfordernden Artverwandlung widerlegt zu haben. In einem größeren Werke über „Versuche und Beobachtungen über die Entstehung der Arten im Pflanzenreiche" (1903) hat de Vries sodann seine Mutationstheorie ausführlich zu begründen versucht. Der lebhafte Beifall, den dieselbe bei vielen hervorragenden Botanikern und namentlich Pflanzenphysiologen gefunden hat, ist von seiten der Zoologen nicht geteilt worden. Von diesen haben sich neuerdings namentlich Weismann in seinen Vorträgen über Deszendenztheorie (1902) und Plate in seinen „Problemen der Artbildung" (1903) ausführlich über die Mutationstheorie ausgesprochen und bei aller Anerkennung der interessanten Beobachtungen und Experimente von de Vries doch seine darauf gebaute Theorie der Speziesentstehung abgelehnt. Da ich dasselbe Urteil darüber gewonnen habe, kann ich diejenigen Leser, die sich näher für diese schwierigen Probleme interessieren, auf jene Schriften verweisen und beschränke mich hier kurz auf folgende Bemerkungen. Die Hauptschwäche der Mutationstheorie von de Vries liegt auf logischem Gebiete, in seiner dogmatischen Unterscheidung von Spezies und Varietät, Mutation und Variation. Wenn er die Konstanz der Arten als fundamentale „Beobachtungstatsache" hinstellt, so ist zu bemerken, daß diese (relative!) Beständigkeit der Artform in

den verschiedenen Klassen sich sehr verschieden verhält; in manchen Klassen (z. B. Insekten, Vögeln, bei vielen Orchideen und Gramineen) kann man Tausende von Individuen einer Art untersuchen, ohne individuelle Unterschiede wahrzunehmen; in anderen Klassen (z. B. Spongien, Korallen, in den Gattungen Rubus und Hieracium) ist die Variabilität so groß, daß die Systematiker daran verzweifeln, feste Arten zu unterscheiden. Der scharfe Unterschied zwischen verschiedenen Formen der Variabilität, den de Vries aufstellt, läßt sich nicht durchführen; die fluktuierenden Variationen (die bedeutungslos sein sollen), sind von den sprungweisen Mutationen (aus denen plötzlich neue Spezies entstehen sollen) nicht scharf zu trennen. Die Mutationen von de Vries sind nicht mit den gleichnamigen paläontologischen Mutationen von Waagen (1869) und Scott (1894) zu verwechseln. Die plötzlichen und auffallenden Habitusänderungen, wie sie de Vries nur an einer einzigen Art von Oenothera beobachtete, kommen an sich sehr selten vor und können nicht als die gewöhnlichen Anfänge zur Bildung neuer Spezies angesehen werden. Es war eine seltsame Ironie des Zufalls, daß jene einzige Pflanzenart den Namen Oenothera Lamarckiana führte; die Ansichten des großen Lamarck über den gewaltigen Einfluß der funktionellen Anpassung sind durch de Vries nicht widerlegt worden. Übrigens ist ganz besonders hervorzuheben, daß derselbe von Lamarcks Deszendenztheorie ebenso fest überzeugt ist, als alle urteilsfähigen Biologen der Gegenwart. Das ist besonders deshalb zu betonen, weil neuere Metaphysiker in jeder angeblichen Widerlegung des „Darwinismus" den Tod des ganzen Transformismus und der Entwicklungslehre überhaupt erblicken.

Nicht nur in den geistreichen Spekulationen von de Vries und Naegeli, sondern auch in vielen anderen botanischen Abhandlungen, die neuerdings die Deszendenztheorie zu fördern suchen, offenbart sich ein auffälliger Unterschied in der Beurteilung vieler allgemeiner biologischer Probleme, gegenüber den

jetzt herrschenden Anschauungen der Zoologen. Diese Differenz rührt natürlich nicht von einer Verschiedenheit der geistigen Kapazität in den beiden großen und verbündeten Heerlagern der Biologie her, sondern von den vielfach verschiedenen Erscheinungsformen, die einerseits das Pflanzenleben, anderseits das Tierleben dem Beobachter darbietet. Da ist in erster Linie hervorzuheben, daß der Organismus der höheren Tiere (zu dem ja auch unser eigener menschlicher Körper gehört) in seinen einzelnen Organen viel mannigfaltiger differenziert ist und unserem unmittelbaren Verständnis viel näher liegt als derjenige der höheren Pflanzen. Die wichtigsten Eigenschaften und Tätigkeiten unserer Muskeln und Skeletteile, Nerven und Sinnesorgane werden uns ohne weiteres verständlich durch die vergleichende Anatomie und Physiologie. Viel schwieriger ist die Erkenntnis der ähnlichen Erscheinungen in dem Körper der höheren Pflanzen. Auch sind die Verhältnisse der unzähligen Elementarorgane in der Zellenmonarchie des höheren Tierkörpers einerseits viel verwickelter, anderseits aber auch viel verständlicher, als in der Zellenrepublik des höheren Pflanzenkörpers. Sodann stößt die Stammesgeschichte der Pflanzen auf viel größere Schwierigkeiten als diejenige der Tiere; die Keimesgeschichte der ersteren sagt darüber im einzelnen viel weniger aus als die der letzteren. So erklärt es sich auch, daß das Biogenetische Grundgesetz von den Botanikern nicht so allgemein anerkannt wird, wie von den Zoologen. Die Paläontologie, die für viele Gruppen des Tierreichs so wertvolles Petrefaktenmaterial bietet, daß wir daraufhin ihren Stammbaum mehr oder weniger annähernd ergründen können, bietet für die meisten Gruppen des Pflanzenreichs noch sehr wenig. Auf der anderen Seite ist wieder die große, räumlich scharf abgegrenzte Pflanzenzelle mit ihren einzelnen Organellen für manche Probleme viel wertvoller, als die kleine Tierzelle. Auch für viele physiologische Aufgaben ist der höhere Pflanzenkörper leichter den exakten, physikali-

schen und chemischen Forschungen zugänglich, als der höhere Tierkörper. Weniger groß ist dieser Gegensatz im Protistenreiche, da im Gebiete der einzelligen Lebensformen der Unterschied des animalen und vegetalen Lebens sich größtenteils auf den Gegensatz des Stoffwechsels beschränkt und zuletzt ganz verwischt. Für eine unbefangene und klare Beurteilung der großen biologischen Probleme und namentlich der Phylogenese ist es daher wichtig, die Ergebnisse der zoologischen und botanischen Forschung vereinigt im Auge zu behalten. Die beiden großen Begründer der Deszendenztheorie, Lamarck und Darwin, konnten deshalb so tief in die Geheimnisse des organischen Lebens und seiner Entwicklung eindringen, weil beide sowohl in der Pflanzenkunde als auch in der Tierkunde die ausgedehntesten Kenntnisse besaßen.

Unter den verschiedenen Richtungen, welche neuerdings die Zoologen und Botaniker in der Fortbildung der Deszendenztheorie eingeschlagen haben, werden vielfach als zwei entgegengesetzte Schulen Neolamarckismus und Neodarwinismus unterschieden. Diese Gegenüberstellung hat nur dann einen Sinn, wenn man darunter die Alternative des Transformismus versteht: ohne oder mit Selektionstheorie. Denn dasjenige Prinzip, das allein den echten Darwinismus von dem älteren Lamarckismus unterscheidet, ist der „Kampf ums Dasein" und die darauf gegründete Zuchtwahltheorie. Dagegen ist es ganz unzulässig, jenen Gegensatz auf die Anerkennung oder Leugnung der progressiven Vererbung zu begründen. Darwin war von der hohen Bedeutung der „Vererbung erworbener Eigenschaften" und insbesondere von der Erblichkeit funktioneller Anpassungen ebensofest überzeugt, wie Lamarck und wie ich selbst; er schrieb ihr nur einen beschränkteren Wirkungskreis zu, als Lamarck. Weismann hingegen leugnet die progressive Vererbung ganz und will alles auf Selektion zurückführen, auf die „Allmacht der natürlichen Züchtung". Wenn diese Ansicht von Weis-

mann und seine darauf gegründete Keimplasmatheorie wirklich richtig sind, dann gebührt ihm allein die Ehre, eine ganz neue (und nach seiner Überzeugung höchst fruchtbare) Richtung des Transformismus begründet zu haben. Es ist aber ganz falsch, diesen Weismannismus, wie namentlich in England geschieht, als Neodarwinismus zu bezeichnen. Ebensowenig darf man auch Naegeli, de Vries und andere moderne Biologen, welche die Selektion leugnen, deshalb als Neolamarckisten bezeichnen.

Wenn die Deszendenztheorie richtig ist, wie jetzt alle kompetenten Biologen einstimmig annehmen, dann stellt sie der Morphologie die Aufgabe, für jede einzelne Lebensform ihren Ursprung annähernd zu ermitteln. Sie muß versuchen, die heute bestehende Organisation jedes Lebewesens aus der Vergangenheit zu erklären und in der Gestaltenreihe seiner Ahnenkette die Ursachen ihrer Umbildung zu erkennen. Diese schwierige Aufgabe habe ich selbst zuerst in Angriff genommen, indem ich in meiner „Allgemeinen Entwicklungsgeschichte" (im zweiten Bande der „Generellen Morphologie") die Stammesgeschichte oder Phylogenie als selbständige historische Naturwissenschaft begründete. Neben sie stellte ich als zweiten, gleichberechtigten Teil die Keimesgeschichte oder Ontogenie, die bis dahin allein als „Entwicklungsgeschichte" gegolten hatte; ich faßte unter diesem Begriff die gesamte individuelle Entwicklungsgeschichte zusammen, die Embryologie und die Metamorphologie. Die Ontogenie genießt die Vorzüge (namentlich die Sicherheit) einer rein deskriptiven Wissenschaft, wenn sie sich auf die getreue Beschreibung der unmittelbar zu beobachtenden Erscheinungen beschränkt, sowohl der Keimungsprozesse in der Embryologie, als der Verwandelungsvorgänge in der Metamorphosenlehre. Viel schwieriger ist die Aufgabe der Phylogenie; denn sie muß längst verschwundene Vorgänge aus nur teilweise bekannten Quellen entziffern und darf diese Urkunden nur mit größter Vorsicht vergleichend benutzen.

Als die wertvollsten Urkunden der Phylogenie sind drei unschätzbare Quellen in den Vordergrund zu stellen: Paläontologie, vergleichende Anatomie und Ontogenie. Die Paläontologie erscheint zunächst als die sicherste Quelle, da sie uns in den Versteinerungen unmittelbar die „handgreiflichen Tatsachen" in die Hand gibt, die von der historischen Sukzession, von der zeitlichen Aufeinanderfolge der Arten im langen Verlaufe der organischen Erdgeschichte Zeugnis ablegen. Leider sind nur diese Petrefakten uns zum kleinsten Teil und oft nur sehr unvollständig erhalten. Die zahlreichen Defekte oder „negativen Lücken", die zwischen ihren „positiven Daten" übrigbleiben, müssen daher durch die Ergebnisse von zwei anderen Quellen ausgefüllt werden, der vergleichenden Anatomie und Ontogenie. Da ich die allgemeinen Verhältnisse dieser phyletischen Quellenkunde im 16. Vortrage der „Natürl. Schöpf." erörtert habe, genügt es, hier nochmals zu betonen, daß nur die gleichmäßige Benutzung und kritische Verwertung aller drei, sich gegenseitig ergänzenden Quellen zu einer befriedigenden Lösung der phylogenetischen Aufgaben führen kann. Freilich erfordert diese aber gründliche Kenntnisse in allen drei Gebieten, die leider nicht oft vereint zu finden sind. Die meisten Embryologen vernachlässigen ebenso die Paläontologie, wie die meisten Paläontologen die Embryologie; und die vergleichende Anatomie, als der schwierigste Teil der Morphologie, der die meisten Anforderungen an ausgedehnte Kenntnisse und kritisches Urteil stellt, wird oft ebenso von ersteren wie von letzteren gemieden. Außer diesen drei Hauptquellen der Phylogenie liefert aber auch jeder andere Zweig der Biologie wertvolle Urkunden zu ihrer Begründung, so namentlich die Chorologie und Ökologie, ferner die Physiologie und Biochemie.

Obgleich die phylogenetischen Untersuchungen im Laufe der letzten dreißig Jahre sich sehr ausgedehnt und eine reiche Fülle der interessantesten Aufschlüsse ergeben haben, wird ihnen immer noch von

vielen Naturforschern großes Mißtrauen entgegengebracht; viele bestreiten sogar noch ihre wissenschaftliche Berechtigung überhaupt und behaupten, daß sie nur luftige und haltlose Hypothesen lieferten. Namentlich geschieht das von seiten vieler Physiologen, denen das Experiment, und vieler Embryologen, denen die Beschreibung der Keimesgeschichte allein als exakte Forschungsmethode gilt. Diesen skeptischen Anfechtungen gegenüber erinnern wir an die Geschichte und die Bedeutung der Geologie. Niemand bestreitet heute mehr die hohe Bedeutung und vielseitige Anwendung dieser „Erdgeschichte", trotzdem auch hier die direkte Beobachtung der historischen Prozesse größtenteils ausgeschlossen ist. Kein Naturforscher zweifelt heute mehr, daß die drei mächtigen, übereinanderliegenden Gebirgsformationen des mesozoischen Zeitalters, Trias, Jura und Kreide, nacheinander aus verdichtetem Meeresschlamm (Kalk, Sandstein, Ton) entstanden sind, obgleich niemand deren Ablagerung direkt beobachtet hat. Ebenso zweifelt heute niemand mehr, daß die zahlreichen fossilen Skelette von Fischen und Reptilien, die sich in jenen Schichtengruppen versteinert finden und für rätselhafte „Naturspiele" gehalten wurden, die Überreste von ausgestorbenen Fischen und Reptilien sind, die während jener langen, Millionen Jahre hinter uns liegenden Perioden der Erdgeschichte jene Meere bevölkert haben. Nun lehrt uns aber die vergleichende Anatomie den genealogischen Zusammenhang dieser „verwandten" Formen, und die Phylogenie, unterstützt durch die Ontogenie, konstruiert den Stammbaum der zusammengehörigen Formengruppen. Daher sind diese historischen Hypothesen ebenso sicher und ebenso berechtigt, wie die anerkannten Hypothesen der Geologie; nur sind die letzteren viel einfacher und daher leichter zu konstruieren als die ersteren. Phylogenie und Geologie sind eben der Natur der Sache nach wirklich historische Naturwissenschaften.

Wie in allen historischen Wissenschaften, so sind

auch in der Phylogenie und Geologie, weil die empirischen Forschungsquellen stets unvollständig bleiben, Hypothesen unentbehrlich. Daß dieselben oft sehr schwach und hinfällig sind, oft bald durch stärkere und bessere ersetzt werden, tut ihrem Werte keinen Abbruch; denn immer ist eine schwache Hypothese besser als gar keine. Wir müssen daher immer wieder der unbegründeten Hypothesenangst entgegentreten, die von den „exakten" Vertretern der experimentellen und der deskriptiven Naturwissenschaften gegen unsere phylogenetischen Methoden geltend gemacht werden. Hinter dieser Hypothesenfurcht verbirgt sich teils mangelhafte Kenntnis anderer Wissensgebiete, teils Unfähigkeit zu synthetischem Denken und schwaches Kausalitätsbedürfnis. In welcher Selbsttäuschung sich dabei viele Naturforscher befinden, zeigt z. B. der Umstand, daß sie die Chemie als „exakte" Wissenschaft hochhalten; und doch hat kein Chemiker die Atome und Moleküle der Verbindungen gesehen, mit denen er täglich arbeitet, und ebensowenig die komplizierten Lagerungsverhältnisse, auf deren Annahme die ganze moderne Strukturchemie beruht. Alle diese Hypothesen beruhen auf Vernunftschlüssen, nicht auf direkten Beobachtungen.

Die enge kausale Beziehung, in der die Keimesgeschichte zur Stammesgeschichte steht, habe ich von Anfang an betont, seitdem ich im fünften Buche der „Generellen Morphologie" diese beiden Teile der Biogenie als gleichwertige Wissenschaften nebeneinander stellte. Auch habe ich schon damals (1866) den mechanischen Charakter beider Disziplinen besonders hervorgehoben und mich bemüht, ihre morphologischen Erscheinungen physiologisch zu erklären. Bis dahin hatte die „Entwicklungsgeschichte", unter der man nur die Embryologie verstand, als eine rein deskriptive Wissenschaft gegolten. Carl Ernst Baer, der 1828 in seiner klassischen „Entwicklungsgeschichte der Tiere" dieser Wissenschaft zuerst ein sicheres Fundament gegeben hatte, war zwar

zu der Überzeugung gelangt, daß alle Erscheinungen der individuellen Entwicklung auf die Gesetze des Wachstums zurückzuführen seien; allein die besondere Richtung dieses Wachstums, seine „Zielstrebigkeit", die wahren Ursachen der Gestaltung, blieben ihm vollkommen verborgen. Der ausgezeichnete Würzburger Anatom Albert Kölliker, dessen „Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen" (1859) diese Wissenschaft zum ersten Male vom Standpunkte der Zellentheorie übersichtlich im Zusammenhang darstellte, blieb auch in der vierten Auflage desselben (1884) bei der Behauptung stehen: „daß die Entwicklungsgesetze der Organismen noch gänzlich unbekannt seien". Dieser allgemein herrschenden Ansicht gegenüber versuchte ich schon 1866 den Nachweis zu führen, daß Charles Darwin durch seine Reform der Deszendenztheorie nicht allein das phylogenetische Rätsel von der Entstehung der Arten gelöst, sondern damit uns zugleich den Schlüssel in die Hand gegeben habe, die bis dahin verschlossenen Pforten der Embryologie zu öffnen und auch für die ontogenetischen Lebenswunder das kausale Verständnis zu gewinnen. Diese Überzeugung formulierte ich im zwanzigsten Kapitel der „Generellen Morphologie" in 44 Ontogenetischen Thesen, von denen ich nur folgende drei hier anführe: „1. Die Entwicklung der Organismen ist ein physiologischer Prozeß, welcher als solcher auf mechanisch wirkenden Ursachen, d. h. auf physikalisch-chemischen Bewegungen, beruht. — 40. Die Ontogenesis oder die Entwicklung des organischen Individuums ist unmittelbar bedingt durch die Phylogenesis oder die Entwicklung des organischen Stammes (Phylon), zu welchem dasselbe gehört. — 41. Die Ontogenesis ist die kurze und schnelle Rekapitulation der Phylogenesis, bedingt durch die physiologischen Funktionen der Vererbung und Anpassung." In diesen und den übrigen „Thesen von dem Kausalnexus der biontischen und der phyletischen Entwicklung" ist der Kern meines Biogenetischen Grundsatzes enthalten.

Zugleich ist darin mit genügender Deutlichkeit ausgesprochen, daß ich den physikalischen Prozeß der Ontogenese ebenso wie den der Phylogenese auf reine Mechanik des Plasma (im Sinne der kritischen Philosophie!) zurückführe.

Das umfassende „Grundgesetz der organischen Entwicklung", das ich 1866 im fünften Buche der „Generellen Morphologie" aufgestellt und 1868 im 10. Vortrage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" kurz erläutert hatte, habe ich später auf zwei verschiedenen Wegen eingehend zu begründen gesucht. Erstens habe ich in meinen „Studien zur Gasträatheorie" (1872—1877) nachgewiesen, daß bei sämtlichen Gewebtieren, von den niedersten Spongien und Polypen bis zu den höchsten Gliedertieren und Wirbeltieren hinauf, der vielzellige Organismus sich aus einer und derselben ursprünglichen Keimform (Gastrula) entwickelt und daß diese die ontogenetische, durch Vererbung bedingte Wiederholung einer entsprechenden Stammform (Gasträa) ist. Zweitens habe ich in meiner „Anthropogenie" (1874) den ersten Versuch gemacht, diese „Rekapitulationstheorie" am Beispiele unseres eigenen menschlichen Organismus eingehend zu prüfen, und zwar in der Weise, daß ich sowohl am ganzen Körper als an jedem einzelnen Organsysteme die verwickelten Vorgänge der individuellen Ausbildung durch die kausale Beziehung zur Stammesgeschichte unserer tierischen Ahnenreihe zu erklären mich bemühte. In der neuesten (sechsten) Auflage dieser monistischen „Entwicklungsgeschichte des Menschen" habe ich jene komplizierten Verhältnisse durch zahlreiche Abbildungen (30 Tafeln und 500 Textfiguren) illustriert und zugleich durch Beigabe von 60 genetischen Tabellen auch dem Verständnisse gebildeter Laien näher zu bringen gesucht. Indem ich auf diese Schriften verweise, kann ich hier auf eine weitere Erörterung meines Biogenetischen Grundgesetzes verzichten, um so mehr, als neuerdings Dr. Heinrich Schmidt (Jena), in einer sehr klar geschriebenen Broschüre sowohl eine bio-

gische Bedeutung, als auch seine Vorgeschichte und seinen gegenwärtigen Stand unbefangen und wahrheitsgemäß besprochen hat („Haeckels Biogenetisches Grundgesetz und seine Gegner.") Nur einige Worte der Aufklärung über den lebhaften Kampf, der sich seit 30 Jahren über die ganze oder halbe Anerkennung des „Biogenetischen Grundgesetzes", über seine empirische Begründung und seine philosophische Tragweite entsponnen hat, mögen hier noch eingefügt sein.

Schon in der Bezeichnung: „Grundgesetz", die ich absichtlich für meine Formulierung der „Rekapitulationstheorie" gewählt habe, ist der Anspruch eingeschlossen, daß dasselbe ganz allgemeine Gültigkeit besitzt. Jeder Organismus, von den einzelligen Protisten hinauf bis zu den Kryptogamen und Coelenterien, und von diesen hinauf bis zu den Blumenpflanzen und Wirbeltieren, wiederholt nach bestimmten Vererbungsgesetzen in seiner individuellen Entwicklung einen Teil seiner Stammesgeschichte. In dem Begriffe der Rekapitulation liegt es schon, daß diese immer eine teilweise und abgekürzte Wiederholung des ursprünglichen phyletischen Entwicklungsganges ist, bedingt durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung. Die Vererbung bewirkt die Wiederholung gewisser Entwicklungsverhältnisse; die Anpassung hingegen die Abänderung der ersteren durch äußere Bedingungen der letzteren, ihre Abkürzung, Störung oder „Fälschung". Ich habe daher von Anfang an betont, daß mein Biogenetisches Grundgesetz aus zwei verschiedenen Teilen besteht, einem positiven, palingenetischen und einem beschränkend-negativen, caenogenetischen Teile. Die Palingenesis oder „Auszugsentwicklung" erzählt uns einen Teil der ursprünglichen Stammesgeschichte; die Caenogenesis oder „Störungsentwicklung" fälscht oder stört dies Bild infolge nachträglich eingetretener Veränderungen des ursprünglichen Entwicklungsganges. Diese Unterscheidung ist von fundamentaler Wichtigkeit und kann nicht genug betont werden ge-

genüber den vielfachen Mißverständnissen der zahlreichen Gegner. Die wichtigste Vertiefung des Biogenetischen Grundgesetzes, durch scharfsinnige physiologische Analyse des Plasmagedächtnisses, hat kürzlich Richard Semon gegeben in seinem ausgezeichneten Werke über „die Mneme, als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens" (Leipzig 1904).

Die großen Erfolge, die die moderne Experimentalphysiologie durch ausgedehnte Anwendung des physikalischen und chemischen Versuchs erzielte, erweckten die Hoffnung, gleich ausgiebige Ergebnisse mit Hilfe derselben „exakten" Methode auch auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte zu ernten. Indessen ist deren Anwendung hier nur in sehr beschränktem Maße möglich, wegen der großen Verwicklung der vorliegenden historischen Erscheinungen und der Unmöglichkeit, historische Ereignisse überhaupt „exakt" zu begründen. Das gilt von beiden Zweigen der Entwicklungsgeschichte, ebensowohl der individuellen als der phyletischen. Die meisten Versuche über Entstehung der Arten haben, wie schon oben bemerkt, nur einen sehr geringen Wert; und im allgemeinen gilt das auch für embryologische Experimente. Indessen sind durch die letzteren, namentlich durch sinnreiche Versuche über die ersten Stadien der Ontogenese, doch mancherlei interessante Ergebnisse erzielt worden, besonders in betreff der Physiologie und Pathologie des Embryo auf frühesten Stufen der Keimung. Das „Archiv für Entwicklungsmechanik", das der eifrigste Vertreter dieser Richtung, Wilhelm Roux, seit 1895 herausgibt, enthält neben diesen wertvollen Untersuchungen eine bunte Sammlung der verschiedensten ontogenetischen Arbeiten, die teils auf das Biogenetische Grundgesetz sich stützen, teils dasselbe ignorieren oder bekämpfen.

Von allen Gebieten der Biologie galten bisher als die schwierigsten für eine monistische Erklärung, hingegen als die stärksten Stützen des dualistischen

Vitalismus, einerseits die Psychologie, anderseits die Biogenie. Beide Gebiete werden dem Monismus und der mechanisch-kausalen Erklärung zugänglich durch das Biogenetische Grundgesetz. Denn die innige Wechselbeziehung, die dadurch zwischen der individuellen und der phyletischen Entwicklung hergestellt wird, ermöglicht ihre gegenseitige Erklärung. In dieser Beziehung habe ich schon vor dreißig Jahren, in meiner ersten Studie zur Gastraeatheorie, folgenden Grundsatz in den Vordergrund aller biogenetischen Betrachtungen gestellt: „Die Phylogenesis ist die mechanische Ursache der Ontogenesis." Mit diesem einen Satze ist unsere prinzipielle monistische Auffassung der organischen Entwicklung klar bezeichnet. „Für oder wider diesen Satz wird in Zukunft jeder Forscher sich entscheiden müssen, der in der Biogenie sich nicht mit der bloßen Bewunderung merkwürdiger Erscheinungen begnügt, sondern darüber hinaus nach dem Verständnis ihrer Bedeutung strebt. Mit diesem Satze ist zugleich die unausfüllbare Kluft bezeichnet, welche die ältere, teleologische und dualistische Morphologie von der neueren, mechanischen und monistischen trennt. Wenn die physiologischen Funktionen der Vererbung und Anpassung als die alleinigen Ursachen der organischen Formbildung nachgewiesen sind, so ist damit zugleich jede Art von Teleologie, von dualistischer und metaphysischer Betrachtungsweise aus dem Gebiete der Biogenie entfernt; der scharfe Gegensatz zwischen den leitenden Prinzipien ist damit klar bezeichnet." Indem ich hier diese Sätze wiederhole, betone ich noch besonders, daß nach dieser Auffassung unsere „mechanische Biogenie" zu den stärksten Stützen der monistischen Philosophie gehört.

Siebzehntes Kapitel

LEBENSWERT

Lebenszweck. Natur und Kultur.
Naturvölker, Barbarvölker, Zivilvölker, Kulturvölker.
Persönlicher und sozialer Lebenswert.

Der Wert unseres menschlichen Lebens erscheint uns heute, auf dem sicheren Boden der Entwicklungslehre, in ganz anderem Lichte, als vor fünfzig Jahren. Wir gewöhnen uns daran, den Menschen als ein Naturwesen zu betrachten, und zwar als das höchst entwickelte, das wir kennen. Dieselben „ewigen ehernen Gesetze", die den Entwicklungsgang des ganzen Kosmos regeln, beherrschen auch unser eigenes Leben. Unser Monismus überzeugt uns, daß das Universum seinen Namen wirklich verdient und ein allumfassendes einheitliches Ganzes darstellt —, gleichviel, ob man dasselbe „Gott" oder „Natur" nennt. Unsere monistische Anthropologie ist zu der klaren Erkenntnis gelangt, daß der Mensch nur ein winziges Teilchen dieses universalen Ganzen ist, ein plazentales Säugetier, das erst in später Tertiärzeit aus einem Zweige der Primatenordnung sich entwickelt hat. Ehe wir danach den Wert unseres eigenen menschlichen Lebens zu bemessen versuchen, wollen wir einen vergleichenden Blick auf den Wert des organischen Lebens überhaupt werfen.

Eine unbefangene allgemeine Übersicht über die Geschichte des organischen Lebens auf unserem Erdball lehrt uns in erster Linie, daß dasselbe einem beständigen Wechsel unterworfen ist. In jeder Sekunde sterben Millionen von Tieren und Pflanzen, während

andere Millionen neu entstehen; jedes Individuum hat sein begrenztes Lebensalter, ebenso die Eintagsfliege und das Infusorium, das nur wenige Stunden lebt, wie die Wellingtonia, der Drachenbaum von Orotava und viele andere Baumriesen, die ein Alter von mehreren tausend Jahren erreichen. Aber auch die Art oder Spezies, die alle gleichen oder ähnlichen Individuen umfaßt, ist ebenso vergänglich, und ebenso die Ordnungen und Klassen, die zahlreiche Arten von Tieren und Pflanzen umfassen. Die meisten Arten sind auf eine einzige Periode der organischen Erdgeschichte beschränkt; nur wenige Arten oder Gattungen gehen unverändert durch mehrere Perioden hindurch, und keine einzige hat in allen Perioden gelebt. Die Stammesgeschichte, gestützt auf die Tatsachen der Paläontologie, lehrt uns unzweifelhaft, daß jede spezifische Lebensform nur während einer kürzeren oder längeren Periode im Lauf der vielen (mehr als hundert) Jahrmillionen existiert, die die Geschichte des organischen Lebens umfaßt.

Jedes lebende Wesen ist sich selbst Zweck; darüber sind alle unbefangenen Denker einig, gleichviel ob sie teleologisch eine Entelechie oder Dominante als Regulator des Lebensmechanismus annehmen, oder ob sie mechanisch die Entstehung jeder besonderen Lebensform durch Selektion und Epigenese erklären. Die alte anthropistische Auffassung, daß die Tiere und Pflanzen „zum Nutzen des Menschen erschaffen", daß überhaupt die Beziehungen der Organismen zueinander durch „planvolle Schöpfung" geregelt seien, findet heute in wissenschaftlichen Kreisen keinen Glauben mehr. Ebenso aber, wie jedes organische Individuum, jedes einzelne Lebewesen, „für sich selbst da ist" und in erster Linie seine „Selbsterhaltung" anstrebt, ebenso gilt das auch von jeder Art oder Spezies. Auch ihre Existenz und deren „Zweck" ist zeitlich beschränkt und vorübergehend. Die fortschreitende Entwicklung der Klassen und Stämme führt langsam, aber beständig zur Bildung immer neuer Arten. Jede besondere Lebensform, ebenso

jedes Individuum wie jede Spezies, ist also nur eine biologische Episode, eine vorübergehende Erscheinungsform im Wechsel des Lebens. Der Mensch macht auch in dieser Beziehung keine Ausnahme von den übrigen Wirbeltieren. „Nichts ist beständig als der Wechsel" — sagt ein altes und wahres Sprichwort.

Die historische Reihenfolge oder Sukzession der Arten und Klassen ist ebenso im Tierreiche wie im Pflanzenreiche mit einem langsamen beständigen Fortschritt ihrer Organisation verbunden. Das lehrt uns unmittelbar und handgreiflich die Paläontologie; ihre „Denkmünzen der Schöpfung", die Versteinerungen, sind unzweifelhafte und unbestechliche Zeugen dieses stammesgeschichtlichen Fortschrittes. Ich habe denselben in meiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" übersichtlich dargestellt und zugleich gezeigt, daß sowohl die fortschreitende Vervollkommnung der Arten, als auch ihre zunehmende Mannigfaltigkeit sich mechanisch als notwendige Folgen der Selektion erklären lassen. Es bedarf dazu weder eines planmäßig arbeitenden Schöpfers, noch einer transszendenten Zielstrebigkeit. Den eingehenden und streng wissenschaftlichen Beweis dafür habe ich in den drei Bänden meiner „Systematischen Phylogenie" (1894) zu führen gesucht. Es sei nur kurz an die beiden großen Beispiele erinnert, welche uns die Stammesgeschichte der Gewebpflanzen und der Wirbeltiere liefert. Von den Metaphyten bilden die Farne im paläozoischen, die Gymnospermen im mesozoischen, die Angiospermen im zänozoischen Zeitalter die herrschende Hauptgruppe. Von den Vertebraten erscheinen im silurischen System nur Fische, im devonischen zuerst Dipneusten, im karbonischen Amphibien, im permischen Reptilien, in der Trias die ersten Säugetiere.

Aus den erwähnten Tatsachen des fortschreitenden Formenwechsels, wie ihn die Paläontologie lehrt, sind vielfach falsche teleologische Schlüsse gezogen worden. Indem man die jüngste und höchst entwickelte

Form jeder Stammreihe als deren vorbedachtes Ziel hinstellte, erblickte man in ihren unvollkommenen Vorläufern und Ahnen „Vorbereitungsstufen" zur Erreichung dieses Zieles. Man verfuhr dabei ähnlich, wie viele Historiker in der Völkergeschichte (— der sogenannten „Weltgeschichte" —). Wenn eine besondere Menschenrasse, ein Volk, ein Staat infolge seiner natürlichen Vorzüge und der günstigen Entwicklungsbedingungen eine hervorragende Stellung im Kulturleben erringt, so rühmt man es als „Auserlesenes Volk" und betrachtet seine vorausgehenden unvollkommenen Entwicklungszustände als vorbedachte und zielstrebige Vorbereitungsstufen. Tatsächlich mußten diese aber notwendig auseinander hervorgehen, so wie es einerseits die innere (durch Vererbung gegebene) Anlage, anderseits die äußeren (die Anpassung hervorrufenden) Existenzverhältnisse bedingten. Es gibt weder eine „liebevolle Vorsehung", noch eine „sittliche Weltordnung". Eine bewußte Bestimmung für ein gewisses Ziel können wir weder als theistische Prädestination, noch als pantheistische Finalität anerkennen; vielmehr ist an deren Stelle die einfache mechanische Kausalität zu setzen, im Sinne des psychomechanischen Monismus oder Hylozoismus.

Obgleich die Stammesgeschichte der Pflanzen und Tiere, ebenso wie die Kulturgeschichte des Menschen, im großen und ganzen eine aufsteigende Stufenleiter darstellt und sich von niederen zu höheren Stufen erhebt, so finden doch im einzelnen vielfach Schwankungen derselben statt. Diese „historischen Wellen" sind ganz unregelmäßig; oft bleiben in Perioden der Rückbildung tiefe Wellentäler längere Zeit bestehen, und dann folgt wieder plötzlich ein jäher Aufstieg zu einem hohen Wellenberge. Neue, rasch aufsteigende jüngere Gruppen treten an die Stelle älterer aussterbender Gruppen, die an sich eine höhere Vollkommenheit der Organisation besaßen. So sind z. B. die heutigen Farne nur als ein schwacher Überrest der mächtigen und formenreichen Pteridophyten zu be-

trachten, die in der devonischen und Steinkohlenperiode den ansehnlichsten Bestandteil der paläozoischen Wälder bildeten; sie wurden in der Sekundärzeit durch ihre gymnospermen Epigonen (Cycadeen und Zapfenbäume) verdrängt, so wie diese in der Tertiärzeit durch die angiospermen Blumenpflanzen. Ebenso stellen unter den landbewohnenden Reptilien die heutigen Eidechsen und Schlangen, Krokodile und Schildkröten nur einen schwachen Rest von der gewaltigen Reptilienfauna dar, die die Sekundärzeit beherrschte, den kolossalen Dinosauriern und Pterosauriern, Ichthyosauriern und Plesiosauriern. An ihre Stelle traten in der Tertiärzeit die kleineren, aber mächtigeren Säugetiere. In der Völkergeschichte bildet das christliche Mittelalter ein tiefes dunkles Wellental zwischen den beiden lichten Höhen des klassischen Altertums und der modernen Kultur.

Schon diese wenigen Andeutungen ergeben, daß die verschiedenen Klassen und Ordnungen der Lebewesen, untereinander verglichen, einen sehr verschiedenen Wert haben. In bezug auf den inneren Selbstzweck, die Selbsterhaltung, sind an sich freilich alle Organismen gleichberechtigt und gleichwertig, aber in bezug auf die übrigen Lebewesen und die Bedeutung für das große Naturganze, von höchst ungleichem Wert. Nicht allein vermöge besonderen Nutzens oder überwiegender Kraft und Masse können größere Tiere und Pflanzen die Herrschaft längere Zeit behaupten, sondern auch vermöge des Schadens und der nachteiligen Giftwirkung (Bakterien, Pilze, Parasiten usw.). Ebenso ist auch für die Völkergeschichte der Wert der verschiedenen Rassen und Nationen höchst ungleich; das kleine Griechenland hat vor mehr als 2000 Jahren vermöge seiner hohen Kulturblüte das ganze geistige Leben Europas fast allein ausgemacht. Die zahlreichen Indianerstämme von Amerika dagegen haben zwar in einzelnen Teilen (Peru—Zentralamerika) sich zu einseitiger Blüte zeitweise entwickelt, sind aber im ganzen für die höhere Kultur unzugänglich geblieben.

Obgleich die bedeutenden Unterschiede im Geistesleben und Kulturzustande der höheren und niederen Menschenrassen allgemein bekannt sind, werden sie doch meistens sehr unterschätzt und demgemäß ihr sehr verschiedener Lebenswert falsch bemessen. Das, was den Menschen so hoch über die Tiere, auch die nächst verwandten Säugetiere, erhebt, und was seinen Lebenswert unendlich erhöht, ist die Kultur, und die höhere Entwicklung der Vernunft, die ihn zur Kultur befähigt. Diese ist aber größtenteils nur Eigentum der höheren Menschenrassen und bei den niederen nur unvollkommen oder gar nicht entwickelt. Diese Naturmenschen (z. B. Weddas, Australneger) stehen in psychologischer Hinsicht näher den Säugetieren (Affen, Hunden), als dem hochzivilisierten Europäer; daher ist auch ihr individueller Lebenswert ganz verschieden zu beurteilen. Die Anschauungen darüber sind bei europäischen Kulturnationen, die große Kolonien in den Tropen besitzen und seit Jahrhunderten in engster Berührung mit Naturvölkern leben, sehr realistisch und sehr verschieden von den bei uns in Deutschland noch herrschenden Vorstellungen. Unsere idealistischen Anschauungen, durch unsere Schulweisheit in feste Regeln gebracht und von unseren Metaphysikern in das Schema ihres abstrakten Idealmenschen gezwängt, entsprechen sehr wenig den realen Tatsachen. Daraus erklären sich auch viele Irrtümer unserer idealistischen Philosophie, ebenso wie viele praktische Mißgriffe, die von uns in den deutschen erst neuerdings erworbenen Kolonien begangen werden; diese würden vermieden worden sein, wenn wir eine gründlichere Kenntnis vom niederen Seelenleben der Naturvölker besäßen.

Die schweren Irrtümer, in denen sich die Seelenlehre oder Psychologie seit Jahrtausenden bewegt, liegen zum großen Teil an der Vernachlässigung der vergleichenden und genetischen Methode und an der einseitigen Anwendung der Selbstbeobachtung, der introspektiven Methode; zum anderen Teile liegen sie daran, daß die Metaphysiker meistens die hochent-

wickelte eigene Seele, d. h. die Geistestätigkeit eines wissenschaftlich geschulten Kulturmenschen, als Ausgangspunkt ihrer Untersuchung gewählt, sie als Vertreterin der Menschenseele überhaupt betrachtet und danach ein ideales Schema derselben konstruiert haben. Der Abstand zwischen dieser denkenden Seele des Kulturmenschen und der gedankenlosen tierischen Seele des wilden Naturmenschen ist aber ganz gewaltig, größer als der Abstand zwischen der letzteren und der Hundeseele. Kant würde viele Fehler seiner „kritischen" Philosophie vermieden und manche schwerwiegenden Dogmen (z. B. die Unsterblichkeit der Seele, den kategorischen Imperativ) nicht aufgestellt haben, wenn er die niedere Psyche der Naturvölker eingehend und vergleichend studiert und daraus diejenige der Kulturvölker phylogenetisch abgeleitet hätte.

Die außerordentliche Bedeutung dieser Vergleichung ist erst in neuester Zeit (von Lubbock, Romanes u. a.) richtig erkannt worden. Fritz Schultze (Dresden) hat 1900 in seiner interessanten „Psychologie der Naturvölker" den ersten wertvollen Versuch gemacht, eine „Entwicklungspsychologische Charakteristik des Naturmenschen in intellektueller, ästhetischer, ethischer und religiöser Beziehung" zu geben; er liefert damit zugleich „eine natürliche Schöpfungsgeschichte menschlichen Vorstellens, Wollens und Glaubens". Im ersten Buche dieses wichtigen Werkes wird das Denken, im zweiten das Wollen des Naturmenschen behandelt, im dritten seine religiöse Weltanschauung oder die natürliche Entstehungsgeschichte der Religion" (Fetischismus, Animismus, Verehrung der Himmelskörper). In einem Nachtrag zum zweiten Buche behandelt Fritz Schultze die schwierigen Probleme der evolutionistischen Ethik und stützt sich dabei auf das wertvolle große Werk von Alexander Sutherland: „Über den Ursprung und das Wachstum des moralischen Instinkts" (London 1898). Der letztere teilt die Menschheit in bezug auf die verschiedenen Kulturstufen und Sta-

dien der Seelenentwicklung (— nicht nach der Stammverwandtschaft der Rassen! —) in vier große Klassen: I. Wilde (Naturmenschen); II. Barbaren (Halbwilde); III. Zivilisierte Völker; IV. Kulturvölker. Da diese Klassifikation von Sutherland nicht allein die Übersicht über die mannigfaltigen Formen der geistigen Entwicklung sehr erleichtert, sondern auch für die Frage von ihrem Lebenswerte besonders wichtig ist, führe ich hier das Wichtigste seiner treffenden Charakteristik der vier Klassen kurz an.

I. Naturvölker oder „Wilde". Ihre Nahrung besteht in wilden Naturprodukten (Früchten und Wurzeln von Pflanzen, wilden Tieren aller Art). Die meisten sind demnach Jäger oder Fischer. Ackerbau und Viehzucht sind noch unbekannt. Sie leben isoliert in einzelnen Familien oder zerstreut in kleinen Horden, haben noch keine festen Wohnsitze. Die niedersten und ältesten Wilden schließen sich in Körperbau und Lebensweise noch nahe an die Menschenaffen an, aus denen sie ursprünglich hervorgegangen sind. Als drei Ordnungen dieser Klasse sind niedere, mittlere und höhere Wilde zu unterscheiden.

I A. Niedere Wilde, den Affen am nächsten stehend, Pygmäen von geringer Körpergröße, 4—$4^1/_2$ Fuß hoch (selten $4^3/_4$); die Weiber bisweilen nur 3—$3^1/_2$ Fuß. Sämtlich wollhaarig und plattnasig, von schwarzer oder dunkelbrauner Hautfarbe, mit spitzem Bauche, dürren und kurzen Spindelbeinen. Ohne Wohnungen, in Wäldern und Höhlen, zum Teil auf Bäumen lebend; in kleinen Familien von 10—40 Personen wandernd; nackt, ohne Kleidung, oder nur mit Spuren von primitiver Bedeckung. Von niederen Stämmen der Gegenwart gehören hierher die Weddas von Ceylon, die Semangs der malayischen Halbinsel, die Negritos der Philippinen, die Bewohner der Andamanen, die Kimos von Madagaskar, die Akkas von Guinea und die Buschmänner in Südafrika. Andere zerstreute Überreste dieser uralten negroiden Zwergmenschen, die sich unmittelbar an die Menschenaffen anschließen, leben noch zerstreut in den

Urwäldern der Sundainseln (Borneo, Sumatra, Celebes).

Der Lebenswert dieser niederen Wilden ist gleich demjenigen der Menschenaffen oder steht doch nur sehr wenig über demselben. Alle neueren Reisenden, die dieselben in ihrer Heimat genau beobachtet, ihre Körperbildung und Seelentätigkeit genau erforscht haben, stimmen in diesem Urteil überein. Man vergleiche die eingehende Darstellung, welche die beiden Sarasin in ihrem großen Werke über die Weddas von Ceylon gegeben haben (in kurzem Auszuge in meinen „Indischen Reisebriefen", IV. Aufl., S. 353). Ihre einzigen Interessen sind Ernährung und Fortpflanzung, und zwar in derselben einfachen Form, welche wir auch bei den Menschenaffen finden (vgl. Kap. 15 und 23 meiner „Anthropogenie"). Von gleicher Beschaffenheit waren wahrscheinlich unsere eigenen Vorfahren vor 10 000 oder noch mehr Jahren. Auf Grund fossiler Reste von pleistocänen Menschen hat Julius Kollmann es sehr wahrscheinlich gemacht, daß ähnliche Zwergstämme (von durchschnittlich $4^1/_2$ Fuß Höhe) damals die vorherrschende Bevölkerung von Europa bildeten.

I B. Mittlere Wilde, etwas größer als die niederen Naturmenschen und etwas weniger affenartig, durchschnittlich $5—5^1/_2$ Fuß hoch. Ihre Wohnungen beschränken sich auf Felsenhöhlen und Schutzdächer gegen Wind und Regen. Obwohl sie Schurze und andere Anfänge von Bekleidung kennen, gehen doch beide Geschlechter meistens nackt; sie besitzen primitive Waffen von Holz und Stein und rohgezimmerte Kähne, wandern in Horden von 50—200 und haben noch keine soziale Organisation; aber gewisse Stammessitten besitzen Gesetzeskraft. Hierher gehören die Australneger und Tasmanier, die Ainos von Japan und die Hottentotten, ferner die Feuerländer, Makas und einige brasilische Waldstämme. Ihr Lebenswert erhebt sich nur wenig über denjenigen der niederen Wilden.

I C. Höhere Wilde, meistens von gewöhnlicher menschlicher Durchschnittsgröße (in kalten Zonen

kleiner), stets mit einfachen Wohnungen (wenn auch meistens nur Zelte aus Tierfellen oder Baumrinden). Primitive Kleidung stets im Gebrauch. Gute Waffen von Stein, Bronze oder Kupfer. Sie wandern in Horden von 100—500, die von angesehenen, aber nicht regierenden Häuptlingen geführt werden und Rangunterschiede zu zeigen beginnen. Die Lebensordnung wird bestimmt durch erbliche Stammessitten. Hierher gehören viele Urbewohner von Indien (Todas, Nagas, Kurumbas u. a.), ferner die Nikobarer, Samojeden und Kamtschadalen; in Afrika die Damaraneger; endlich die meisten Indianerstämme in Nord- und Südamerika. Ihr Lebenswert übersteigt denjenigen der pithekoiden niederen und mittleren Wilden, erreicht aber noch nicht denjenigen der Barbaren.

II. Barbarvölker oder Halbwilde. Der größte Teil ihrer Nahrung besteht aus Naturprodukten, die sie sich mit Vorsorge dienstbar machen; daher Viehzucht und Ackerbau mehr oder weniger entwickelt. Die Arbeitsteilung ist noch gering, da jede Familie ihre Bedürfnisse selbst besorgt. Gewöhnlich ist Nahrungsüberfluß während des ganzen Jahres gleichmäßig vorhanden. Infolgedessen beginnen Künste sich zu entwickeln. Im Gegensatze zu den unsteten und umherschweifenden Wilden haben die Barbaren meistens feste Wohnsitze.

II A. Niedere Barbaren. Wohnungen: einfache Hütten, meistens ständig zu Dörfern gruppiert und von Anpflanzungen umgeben. Kleidung regelmäßig getragen, noch sehr einfach; Männer in heißen Klimaten oft nackt, mit Schurz. Töpferei und Kochherde, Werkzeuge von Stein, Holz, Knochen. Beginnender Handelsverkehr mit Tausch, Stämme von 1000—5000 Seelen, befähigt zur Bildung größerer Verbände; Rangunterschiede auf kriegerische Tapferkeit gegründet. Häuptlinge regieren nach überlieferten Gesetzen. Hierher gehören in Asien viele Urbewohner Indiens (Mundas, Gonds, Paharias, Bheels u. a.), die Dajaken von Borneo, Battaks von Sumatra, Tungusen, Kirgisen usw.; — in Afrika die

Kaffern, Betschuanen, Basutos; in Australien die Eingeborenen von Neuguinea, Neukaledonien, Neuen Hebriden, Neuseeland u. a.; — endlich in Amerika die Irokesen und Thlinkets, die Bewohner von Nikaragua und Guatemala.

II B. Mittlere Barbaren. Wohnungen gut und dauerhaft, meistens von Holz und mit Rohr oder Stroh gedeckt, zu ansehnlichen Städten vereinigt. Kleidung anständig, obwohl Nacktheit nicht für unschicklich gilt. Töpferei, Weberei, Metallarbeiten ziemlich entwickelt. Handel auf regelmäßigen Märkten, mit Benutzung von Geld. Staaten unter Befolgung überlieferter Gesetze von Königen regiert, mit festem Rangunterschied, umfassen bis 100000 Personen. Hierher gehören in Asien die Kalmücken, in Afrika viele Negerstämme (Aschanti, Fanti, Fellahs, Schilluks, Mombuttus, Owampos usw.), in Polynesien die Bewohner der Fidschi-, Tonga-, Samoa- und Markesasinseln. In Europa gehörten zu den mittleren Barbaren noch vor 200 Jahren die Lappen, vor 2000 Jahren die alten Germanen, die Römer vor Numa, die Griechen der Homerischen Zeit.

II C. Höhere Barbaren. Wohnungen meistens feste Steinbauten. Kleidung notwendig, Weberei ständige Arbeit der Weiber, Metallarbeit sehr entwickelt, Geräte von Eisen gewöhnlich. Handel beschränkt, mit gemünztem Gelde, kleine Ruderschiffe. Rohe Rechtsprechung in festen Gerichtshöfen; Anfang der Schreibkunst. Massenvölker mit vorgeschrittener Arbeitsteilung und erblichen Rangunterschieden, bis zu einer halben Million Seelen umfassend, unter einem Selbstherrscher. Hierher gehören in Asien die meisten Malayen (auf den großen Sundainseln und der malayischen Halbinsel Malaga); ferner die Nomadenstämme der Tataren, Araber usw.; in Polynesien die Insulaner von Tahiti und Hawai; in Afrika die Somalis und Abbessinier, die Bewohner von Sansibar und Madagaskar. Von historischen Völkern des Altertums gehörten zu den höheren Barbaren die Griechen im Zeitalter des Solon; die Rö-

mer im Beginne der Republik, die Juden unter den Richtern, ferner die Angelsachsen der Heptarchie, die Mexikaner und Peruaner zur Zeit der spanischen Eroberung.

III. Zivilvölker (zivilisierte Völker im vierteiligen System von Sutherland). Nahrung und vielfach entwickelter Lebensbedarf wird infolge der weit fortgeschrittenen Arbeitsteilung und Vervollkommnung der Werkzeuge leicht gewonnen. Kunst und Wissenschaft gelangen infolgedessen zu hoher und stetig wachsender Entfaltung. Die zunehmende Spezialierung bedingt hohe Ausbildung der einzelnen Funktionen, aber auch zugleich bedeutende Kräftigung des ganzen staatlichen Organismus, da alle gegenseitig voneinander abhängig sind. Die Bürger (Cives) erlangen die Einsicht, daß sie sich den Gesetzen des Staates (Civilitas) unterwerfen müssen.

III A. Niedere Zivilmenschen. Städte mit steinernen Mauern; bedeutende Architekturwerke von Stein; Gebrauch des Pfluges beim Ackerbau. Der Krieg ist die Beschäftigung einer bestimmten Klasse. Die Schrift ist fest begründet, ebenso rohe Gesetzbücher, feste Gerichtshöfe. Die Literatur beginnt sich zu entwickeln. Hierher gehören in Asien die Bewohner von Tibet, Bhutan, Nepal, Laos, Anam, Korea, Mandschu, die ansässigen Araber und Turkmenen; in Afrika die Algerier, Tunesier, Mauren, Kabylen, Tuaregs u. a. Von historischen Kulturvölkern gehörten dazu die alten Ägypter, Phönizier, Assyrer, Babylonier, die Juden zur Zeit Salomos, die Karthager, die Griechen nach Marathon, die Römer zur Zeit Hannibals, die Engländer unter den normannischen Königen.

III B. Mittlere Zivilmenschen. Schöne Tempel und Paläste, aus Stein und Ziegel gebaut. Fenster kommen in Gebrauch, ebenso Segelschiffe. Der Handel breitet sich aus. Allgemein werden Schrift und geschriebene Bücher gebraucht, die literarische Bildung der Jugend gepflegt. Der Kriegerstand wird höher ausgebildet, ebenso die genaue Einzelgesetzgebung und der Advokatenstand. Hierher gehören in Asien die Per-

ser, Afghanen, Birmanen und Siamesen; in Europa die Finnen und Magyaren des 18. Jahrhunderts. Von historischen Kulturvölkern sind dazu zu zählen: die Griechen im Zeitalter des Perikles, die Römer der späteren Republik, die Juden unter der mazedonischen Herrschaft, Frankreich unter den ersten Kapetingern, England unter den Plantagenets.

III C. Höhere Zivilmenschen. Steinerne Häuser allgemein in Gebrauch; Straßen gepflastert; Schornsteine, Kanäle, Wasser- und Windmühlen angelegt. Beginn wissenschaftlicher Navigation und Kriegführung. Schreiben allgemeines Bedürfnis, geschriebene Bücher weit verbreitet, Literatur hoch geachtet. Die stark zentralisierte Regierung umfaßt Völker von zehn Millionen und mehr. Feste geschriebene Gesetzbücher werden von Amts wegen veröffentlicht und von Gerichtshöfen verschiedener Instanzen verwendet. Zahlreiche Regierungsbeamte haben genau bestimmten Rang. Hierher gehören in Asien die Chinesen, Japaner und Hindus; ferner die Türken, und in Südamerika die verschiedenen Republiken usw. Geschichtlich gehören dazu die Römer zur Kaiserzeit, die Italiener, Franzosen, Engländer und Deutschen des 15. Jahrhunderts.

IV. Kulturvölker. Nahrung und anderer Bedarf wird in Menge und möglichst leicht künstlich hergestellt, indem man die menschliche Arbeit durch Naturkräfte ersetzt. Indem gleichzeitig die staatliche Organisation wächst und ein vollkommeneres Zusammenspiel aller sozialen Kräfte ermöglicht, gewinnt der Mensch in hohem Grade die Freiheit zur Ausbildung seiner geistigen und ästhetischen Anlagen. Die Druckpresse ist überall in Gebrauch, die Erziehung der Jugend eine der wichtigsten Pflichten. Der Krieg verliert an Bedeutung; Rang und Ruhm hängen weniger von kriegerischer Tapferkeit, als von geistiger Befähigung ab. Die Gesetzgebung wird durch Volksvertreter beeinflußt. Kunst und Wissenschaft werden durch staatliche Bemühungen in zunehmendem Maße gefördert.

Drei Stufen der Kulturvölker. In ähnlicher Weise, wie bei den drei vorhergehenden Klassen der Wilden, Barbaren und Zivilvölker unterscheidet auch bei der vierten Klasse, den Kulturvölkern, Alexander Sutherland drei Entwicklungsstufen als niedere, mittlere und höhere Völker. Er rechnet zur ersten Stufe, den niederen Kulturvölkern, „die leitenden Nationen Europas und ihre Abkömmlinge, wie die Bewohner der Vereinigten Staaten von Nordamerika" und wendet auf sie allein die vorhergehende Bestimmung an. Von der zweiten Stufe, mittlere Kulturvölker, gibt er ein „Programm, das vielleicht in 400—500 Jahren zur Ausführung gelangt", mit folgender Definition: „Alle Menschen nähren sich und wohnen gut; Krieg wird zwar allgemein verdammt, aber kommt doch noch gelegentlich vor. Kleine Heere und Flotten aller Nationen wirken zusammen als eine Art Weltpolizei; Handels- und Fabrikwesen entwickelt sich nach den moralischen Gesichtspunkten der Sympathie; geistige Erziehung allgemein; Verbrechen und Strafe selten." Von der dritten Stufe, den höheren Kulturvölkern, sagt Sutherland bloß: „Ein zu gewagter Gegenstand der Vorhersagung, der vielleicht noch 1000—2000 Jahre auf sich warten läßt." Die Unterscheidung dieser drei Kulturstufen scheint mir zu unbestimmt und insofern ungenügend, als dabei der gewaltige Fortschritt des 19. Jahrhunderts, gegenüber allen früheren, nicht genügend hervortritt. Es scheint mir zweckmäßiger, in der neueren Kulturgeschichte vorläufig folgende drei Perioden zu unterscheiden: erste 16. bis 18. Jahrhundert, zweite 19. Jahrhundert, dritte 20. Jahrhundert und Zukunft.

IV A. Niedere Kulturvölker (in Europa 16.–18. Jahrhundert). Im Beginn dieser Periode, in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, bereitet sich der völlige Umschwung des geistigen Lebens vor, der durch folgende große Ereignisse angeregt wird: 1. Das Weltsystem des Kopernikus (1543), gestützt durch Galilei (1592); 2. die Entdeckung von Amerika durch Kolumbus (1492) und von Ostindien durch Vasco de Gama

(1498), die erste Umschiffung der Erde durch Magellan (1520), der damit gelieferte empirische Beweis von der Kugelgestalt der Erde; 3. die Befreiung des europäischen Geisteslebens vom Joche des römischen Papismus durch Martin Luther (1517) und die Zurückdrängung des herrschenden Aberglaubens durch Ausbreitung der Reformation; 4. der neue Aufschwung wissenschaftlicher Forschung, unabhängig von Scholastik und Kirche und von der herrschenden Philosophie des Aristoteles, die Begründung der Erfahrungswissenschaft durch Baco von Verulam (1620); 5. die weite Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse durch die Buchdruckerkunst (Gutenberg 1450) und die Holzschneidekunst. Durch diese und andere gleichzeitige große Fortschritte wurde im 16. Jahrhundert die moderne Kultur angebahnt, die sich bald hoch über die früher herrschende Barbarei des Mittelalters erhob. Allein ihre Geltung beschränkte sich zunächst nur auf kleine Kreise, da im politischen und sozialen Leben noch die rückständige Zivilisation des Mittelalters herrschend blieb, auch der Kampf gegen Aberglauben und Unvernunft nur langsame Fortschritte machte. Einen gewaltigen Umschwung auf diesen praktischen Gebieten führte erst die französische Revolution (1792) herbei.

IV B. Mittlere Kulturvölker. Als solche bezeichnen wir die leitenden Nationen von Europa und Nordamerika im 19. Jahrhundert. Den gewaltigen Fortschritt den dieses „Jahrhundert der Naturwissenschaft" gegenüber allen vorhergehenden im Geistesleben der Menschheit bedeutet, finden wir hauptsächlich in folgenden Ereignissen: 1. Vertiefung, experimentelle Begründung und allgemeine Verbreitung theoretischer Naturerkenntnis, selbständige Begründung zahlreicher neuer Zweige der Naturwissenschaft, Begründung der Zellentheorie (1838), des Energiegesetzes (1845) und der Entwicklungstheorie (1859). 2. Praktische Verwertung dieser theoretischen Naturerkenntnisse und ausgedehnte Anwendung auf alle Gebiete der Technik und Industrie; vor allem: 3. Wert-

änderung von Zeit und Raum durch die außerordentliche Beschleunigung des Verkehrs (Dampfschiffe, Eisenbahnen, Telegraphen, Elektrotechnik). 4. Ausbildung der monistischen und realistischen Philosophie, im Gegensatze zu der früher herrschenden dualistischen und mystischen Richtung. 5. Zunehmender Einfluß vernünftigen wissenschaftlichen Unterrichts und Ablösung von den Glaubensdichtungen der Kirche. 6. Zunehmende Selbstbestimmung der Völker durch Teilnahme der Volksvertretung an der Regierung und Gesetzgebung; Zerstörung der Irrlehre vom „Gottesgnadentum" der regierenden Personen. Neue Gliederung der Stände. Allerdings sind diese großen Kulturfortschritte, auf die wir Kinder des 19. Jahrhunderts stolz sein dürfen, noch weit entfernt, die wünschenswerte allgemeine Geltung erlangt zu haben; vielmehr liegen sie immer noch in heftigem Kampfe mit den rückständigen Kulturanschauungen und Herrschaftsbestrebungen der meisten Regierungen und der mit ihnen verbündeten Kirchen, mit dem herrschenden Militarismus und mit veralteten, ehrwürdigen Unsitten aller Art.

IV C. Höhere Kulturvölker. Die höhere Kultur, der wir erst jetzt entgegen zu gehen anfangen, wird voraussichtlich die Aufgabe stets im Auge behalten müssen, allen Menschen eine möglichst glückliche, d. h. zufriedene Existenz zu verschaffen. Die vervollkommnete Moral, frei von allem religiösen Dogma und auf die klare Erkenntnis der Naturgesetze gegründet, lehrt uns die alte Weisheit der goldenen Regel („Welträtsel" Kap. 19), mit den Worten des Evangeliums: „Liebe deinen Nächsten als dich selbst." Die Vernunft führt uns zu der Einsicht, daß ein möglichst vollkommenes Staatswesen zugleich die möglichst große Summe von Glück für jedes Einzelwesen, das ihm angehört, schaffen muß. Das vernünftige Gleichgewicht zwischen Eigenliebe und Nächstenliebe, zwischen Egoismus und Altruismus, wird das Ziel unserer monistischen Ethik. Viele barbarische Sitten und alte Gewohnheiten, die jetzt noch

als unentbehrlich gelten: Krieg, Duell, Kirchenzwang usw., werden verschwinden. Schiedsgerichte werden hinreichen, um in allen Rechtsstreitigkeiten der Völker, wie der Personen, den Ausgleich herbeizuführen. Das Hauptinteresse des Staates wird nicht, wie jetzt, in der Ausbildung einer möglichst starken Militärmacht liegen, sondern in einer möglichst vollkommenen Jugenderziehung auf Grund der ausgedehntesten Pflege von Kunst und Wissenschaft. Die Vervollkommnung der Technik, auf Grund neuer Erfindungen in der Physik und Chemie, wird die Lebensbedürfnisse allgemein befriedigen; die künstliche Synthese vom Eiweiß wird reiche Nahrung für alle liefern. Eine vernünftige Reform der Eheverhältnisse wird das Familienleben glücklicher gestalten.

Die Schattenseiten unseres modernen Kulturlebens, die von jedermann mehr oder weniger drückend empfunden werden, hat Max Nordau in seinen „Konventionellen Lügen der Kulturmenschheit" klar dargelegt; sie werden sich großenteils bessern lassen, wenn die Vernunft auf Grund einer klaren monistischen Weltanschauung ihre Rechte im praktischen Leben mehr geltend macht und die noch herschenden, auf veralteten Dogmen beruhenden Unsitten zurückdrängt. Aber trotz aller Schattenseiten sind die Lichtseiten der modernen Kultur so überwiegend, daß wir mit Hoffnung und Vertrauen in die Zukunft sehen können. Wir brauchen bloß ein halbes Jahrhundert zurückzuschauen und unsere jetzigen Lebensverhältnisse mit den damaligen zu vergleichen, um die großen Vorzüge der modernen Kulturfortschritte einzusehen. Wenn wir den modernen Kulturstaat als einen hochentwickelten Organismus (— als ein „soziales Individuum höherer Ordnung" —) ansehen und seine Staatsbürger den Zellen eines höheren Gewebtieres vergleichen, so ist der Unterschied zwischen dem heutigen Kulturstaat und den rohesten Familienverbänden der Wilden nicht geringer, als derjenige zwischen einem höheren Metazoon (einem Wirbeltier z. B.), und

einem Coenobium von Protozoen. Die fortgeschrittene Arbeitsteilung der sozialen Individuen einerseits, die Zentralisation der Gesellschaft anderseits, befähigt den sozialen Körper zu viel höheren Leistungen als den solitären und steigert seinen Lebenswert in hohem Maße. Um uns hiervon zu überzeugen, wollen wir einerseits den persönlichen, anderseits den sozialen Wert der Kultur in den fünf Hauptgebieten der Lebenstätigkeit vergleichen, in Ernährung und Fortpflanzung, Bewegung, Empfindung und Geistesleben.

Das erste Bedürfnis jedes individuellen Organismus, das der Selbsterhaltung, wird in dem modernen Kulturstaat auf viel vollkommenere Weise erfüllt, als in allen früheren Lebensverhältnissen. Der Wilde begnügt sich mit den rohen Naturprodukten, die ihm Jagd und Fischfang, Sammeln von wilden Früchten und Wurzeln liefern. Später erst entwickelte sich Viehzucht und Landwirtschaft. Aber noch viele Stufen der Barbarei und Zivilisation müssen durchlaufen werden, ehe die Verhältnisse der Nahrung, Wohnung und Kleidung eine gesicherte, behagliche Existenz des Kulturmenschen und eine Verbindung der unentbehrlichen Ernährung mit ästhetischen und geistigen Interessen gestatten.

In gleichem Maße wie die Ernährung und der Bestand der einzelnen Personen hat auch diejenige des sozialen Staatsverbandes durch die Kultur außerordentlich gewonnen. Die Fortschritte der Chemie und Landwirtschaft haben die Produktion der Nahrungsmittel für größere Menschenanhäufungen in genügenden Mengen ermöglicht. Der leichte und schnelle Verkehr durch Eisenbahnen und Dampfschiffe gestattet eine gleichmäßige Verteilung derselben über die ganze Erde. Die wissenschaftliche Medizin und Hygiene hat zahlreiche Mittel gefunden, die Krankheitsgefahren zu vermindern und ihrer Entstehung prophylaktisch vorzubeugen. Durch öffentliche Bäder, Turnsäle, Volksküchen, Volksgärten usw. wird für die Gesundheit der weitesten Be-

völkerungskreise gesorgt. Die Einrichtung der modernen Wohnungen, ihre Heizung und Beleuchtung haben sich außerordentlich verbessert. Die moderne Sozialpolitik ist in zunehmendem Maße bestrebt, diese Wohltaten der Kultur auch den niederen Volksklassen durch Wohlfahrtseinrichtungen aller Art zugänglich zu machen. Philanthropische Gesellschaften bemühen sich, viele materielle und geistige Bedürfnisse einzelner Gesellschaftsklassen zu befriedigen. Allerdings bleibt der weiteren Vervollkommnung der nationalen Ernährungsverhältnisse noch ein weites Feld der Tätigkeit geöffnet. Aber im ganzen kann nicht geleugnet werden, daß die Verhältnisse der Ernährung im modernen Kulturstaate eine großartige Verbesserung gegen diejenigen des Mittelalters und noch mehr der früheren Barbarei bedeuten.

In keinem anderen Gebiete der Physiologie tritt uns der hohe Wert der verfeinerten Kultur und ihr himmelweiter Abstand von den ursprünglichen Verhältnissen der Wilden so auffallend entgegen, wie in dem geheimnisvollen „Lebenswunder" der Fortpflanzung, der Erhaltung der Art. Die Befriedigung des mächtigen Geschlechtstriebes, der dieselbe vermittelt, steht bei den meisten Wilden und vielen Barbaren noch auf derselben niederen Stufe, wie bei den Affen und anderen Säugetieren. Das Weib ist für den Mann lediglich begehrter Gegenstand der Wollust, oder außerdem noch rechtlose Sklavin, die gleich anderem Eigentum gekauft und veräußert wird. Erst langsam und allmählich steigt der Wert dieses Besitzes und erlangt in der geregelten Ehe eine höhere Garantie der Beständigkeit; das Familienleben wird für beide Gatten die Quelle höheren und feineren Lebensgenusses. Mit der allmählichen Entwicklung der Zivilisation steigt dessen Wert beständig; die Vorzüge der Frau werden immer mehr anerkannt, und neben der sinnlichen Liebe beginnt sich das innigere Seelenverhältnis beider Gatten zu entwickeln. Die gemeinsame Sorge für gute Pflege und

Erziehung der erzeugten Kinder, die schon bei vielen Tieren als Brutpflege (Neomelie) besteht, führt zu mannigfaltig verschiedener Ausbildung des Familienlebens und der Schule. Aber erst mit der höheren Kulturentwicklung beginnt jene Verfeinerung der Geschlechtsliebe, die nicht in dem vorübergehenden Sinnesrausch der Begattung, sondern in der seelischen Wechselwirkung beider Geschlechter und in beständigem, innigem, geistigem Zusammenleben ihre höchste Befriedigung findet. Das Schöne verbindet sich dann mit dem Guten und Wahren zur harmonischen Dreieinigkeit. Die Liebe ist daher schon seit Jahrtausenden zur wichtigsten Quelle der ästhetischen Veredelung des Menschen in jeder Beziehung geworden; unerschöpflich haben aus diesem Urquell alle Künste ihre Nahrung bezogen: Dichtkunst und Tonkunst, Malerei und Bildhauerei. Für die einzelne Person des höheren Kulturmenschen hat aber die kulturelle Liebe nicht nur deshalb den größten Wert gewonnen, weil damit der natürliche und unzähmbare Geschlechtstrieb in reinster und edelster Form befriedigt wird, sondern auch weil der gegenseitige geistige Einfluß beider Geschlechter aufeinander, ihre gegenseitige Ergänzung und der gemeinsame Genuß der höchsten idealen Lebensgüter auf den einzelnen Charakter selbst in höchstem Maße veredelnd wirkt. Eine wirklich gute und glückliche Ehe (— wie sie allerdings heute nicht sehr häufig ist —) darf daher vom psychologischen wie vom rein physiologischen Gesichtspunkte aus als das erstrebenswerteste Lebensziel für jeden einzelnen höheren Kulturmenschen betrachtet werden — ein monistisches Ideal der Lebensführung.

Da die veredelte Ehe die beste Form der Familienbildung und somit auch die solideste Grundlage der Staatenbildung ist, so leuchtet auch der hohe soziale Wert derselben ohne weiteres ein. Die liebevolle Neigung und gegenseitige Hingabe der beiden Geschlechter erfüllt in höchstem Maße das goldene Grundgesetz der Sittenlehre, das Gleichgewicht zwi-

schen Egoismus und Altruismus. Sehr richtig bemerkt hierüber Fritz Schultze in seiner Vergleichenden Seelenkunde (II. Teil, 1897, S. 97): „Wir dürfen die Ursachen dieses Altruismus nicht auf dem transzendenten Gebiete des Übernatürlichen oder in irgendwelchen metaphysischen Abstraktionen suchen, müssen vielmehr auch hier auf die allerrealsten natürlichen Eigenschaften der organischen Wesen zurückgehen — und da kann es keine Frage sein, daß allein der organische sowohl physisch als auch psychisch motivierte Geschlechtstrieb die ursprüngliche und ewig fortdauernde Quelle aller noch so vergeistigten Liebe und damit aller eigentlichen ethischen, auf den sympathischen Gefühlen aufgebauten Sittlichkeit ist. — Zwei Urtriebe sind allen organischen Wesen eigen: der der Selbsterhaltung und der der Arterhaltung. Jener ist der zwingende Beweggrund des Egoismus, dieser die Triebfeder des Altruismus; aus jenem entspringen alle feindlichen, aus diesem alle freundlichen Gefühle und Antriebe. Jedes Wesen will auf Grund seines Selbsterhaltungsdranges zunächst sich selbst ernähren und schützen; aber der mächtige Zauber des Arterhaltungstriebes erwacht bald in ihm; es fühlt den Geschlechtsdrang und glaubt in der Befriedigung desselben nur seiner egoistischen Lust zu fröhnen. Hierin irrt es sich; in Wahrheit dient es nicht sich, sondern dem Ganzen, der Art, der Gattung. Die Glut der Liebe entbrennt in ihm; und mag diese Liebe zuerst noch so sinnlich sein, dies neue Gefühl ist ein Gefühl unleugbarer Zusammengehörigkeit und gegenseitiger Teil- und Rücksichtnahme, welches nicht bloß sich allein, sondern das andere, nicht bloß das eigene, sondern das Wohl des anderen im Auge hat, welches nur im Wohl des anderen das eigene Wohl findet. Und wenn dies Gefühl zuerst nur zwischen den beiden Zeugenden entsteht und sie zusammenbindet, so erweitert es sich, sowie die Gezeugten ins Leben treten, und überträgt sich als Elternliebe auf die Kinder. — So entwickelt sich aus dem physisch wie psychisch gleich

stark begründeten Geschlechtsdrange der Arterhaltung die Liebe als Gatten-, Eltern-, Kinder-, Nächstenliebe. Der rücksichtslose Egoismus geht in opferfreudige Selbstsuchtlosigkeit bis zur Aufgebung des eigenen Lebens für die Jungen über; in dieser organisch und natürlich begründeten Familienliebe und in dem daraus hervorgehenden Familiensinn wurzeln alle sympathischen und echt ethischen, altruistischen Triebe; von hier aus erst übertragen sie sich auf weitere Kreise. — Daher ist mit Recht die Familie als Grundquell alles wahrhaft sittlichen Fühlens und Lebens zu betrachten, aber nicht bloß in der Menschenwelt; dasselbe gilt mit demselben Rechte auch für die Tierheit." Die voraussichtliche Veredelung des Familienlebens durch die höhere Kultur der Zukunft wird für diese Auffassung neue Beweise liefern.

Wenn wir jetzt einen Blick auf die Vorzüge der modernen, durch Kultur erworbenen Ortsbewegung des Menschen, im Gegensatze zu den einfachen Lokomotionsformen des Wilden werfen, so mag zunächst daran erinnert werden, daß die ältesten Menschen, gleich ihren direkten Vorfahren, den Menschenaffen, kletternd auf Bäumen lebten und erst zeitweise zum Laufen auf der Erde übergingen. Erst ein Teil der höheren Wilden fing an, das Pferd zum Reiten zu benutzen und zu zähmen. Viele Bewohner von Küsten und Inseln fingen frühzeitig an, Kähne zum Schiffen zu bauen. Erst später erfanden Barbaren den Wagen, und noch viel später wurden von Zivilvölkern Straßen gebaut und der Wagenverkehr verbessert. Aber erst das 19. Jahrhundert brachte uns den unschätzbaren Fortschritt der schnellen und bequemen Lokomotion, den wir den Eisenbahnen und Dampfschiffen verdanken. Das ganze Verkehrswesen ist durch dieselben von Grund aus umgestaltet worden. In den letzten Dezennien ist dazu noch durch den überraschenden Aufschwung der Elektrotechnik ein neues Beschleunigungsmoment gewonnen worden. Unsere modernen Begriffe von

Raum und Zeit sind ganz andere geworden, als die unserer Eltern vor 60 und unserer Großeltern vor 90 Jahren. Wir durchfahren mit dem Schnellzuge in einer Stunde eine Strecke, für die die Postkutsche früher das Fünffache und der Fußgänger das Zehnfache brauchte. Ja die Versuche mit der Berliner elektrischen Schnellbahn haben neuerdings gezeigt, daß wir imstande sind, in einer Stunde mehr als 200 Kilometer zurückzulegen. Die Reise von Europa nach Indien legen wir jetzt auf dem Schnelldampfer in drei Wochen zurück, während früher ein Segelschiff ebenso viele Monate dazu gebrauchte. Der kolossale Zeitgewinn, den wir dadurch jetzt erreichen, bedeutet eine entsprechende kostbare Verlängerung unserer Lebensdauer. Dasselbe gilt von den beschleunigten Formen der Ortsbewegung, die wir den Automobilen, Fahrrädern usw. verdanken. Der volle Wert dieses ungeheuren Kulturfortschritts ist zwar für jedermann leicht einzusehen; er wird aber richtig gewürdigt nur von denjenigen, die längere Zeit in einem unkultivierten Lande ohne fahrbare Straßen oder unter Wilden gelebt haben, die lediglich auf ihre Beine zur Ortsbewegung angewiesen sind.

Nicht minder hoch als für den einzelnen Kulturmenschen ist der Wert der modernen Lokomotionsfortschritte für den Staat selbst. Wenn wir den Staat als einheitlichen Organismus höherer Ordnung auffassen, so entspricht die Entwicklung seines Verkehrs in mehrfacher Hinsicht derjenigen des Blutkreislaufs innerhalb der einzelnen Wirbeltierperson. Der leichte, schnelle und billige Transport der Lebensbedürfnisse vom Zentrum nach den entferntesten Landesteilen, die entsprechende Entwicklung des Eisenbahnnetzes und des Dampfschiffverkehrs sind bis zu einer gewissen Grenze direkt als Gradmesser der Kulturstufe anzusehen. Dazu kommt noch der Gewinn einer großen Zahl von verschiedenen Beamtenstellen, die Tausenden von Personen eine sichere Anstellung und ausreichenden Lebensunterhalt gewähren.

Wenn wir das weite Gebiet der Empfindungstätigkeiten des Kulturmenschen mit der viel einfacheren des Naturmenschen vergleichen, müssen wir zunächst die Leistungen der äußeren Sinnesorgane, dann aber die inneren Sinnesvorgänge in der Großhirnrinde in Betracht ziehen. In bezug auf beiderlei Sinnestätigkeit hat neuerdings Fritz Schultze in seiner „Psychologie der Naturvölker" (1900, S. 21 bis 45) mit Recht betont, daß der wilde Naturmensch ein Sinnesmensch sei, der Kulturmensch hingegen ein Geistesmensch. Wenn wir uns erinnern, daß unsere höheren Seelenfunktionen, die eigentliche zentrale Geistestätigkeit (Empfinden und Wollen, Vorstellen und Denken) anatomisch an das Phronema geknüpft ist (an die Denkorgane der Großhirnrinde), die innere Sinneswahrnehmung dagegen an das zentrale Sensorium (an die Sinnesherde derselben), so dürfen wir annehmen, daß das letztere bei den Wilden, das erstere bei den Kulturmenschen höher entwickelt ist. Die äußere Sinnestätigkeit ist bei den Wilden quantitativ stärker, qualitativ schwächer, als beim Kulturmenschen; das gilt besonders mit Bezug auf die feineren und verwickelteren Sinnesfunktionen, die wir als ästhetische Empfindungen bezeichnen und die die Urquelle der Kunst und Poesie bilden. Am stärksten entwickelt ist beim Wilden (viel schärfer als beim Kulturmenschen) die Schärfe der objektiven Fernsinne (Gesicht, Gehör, Geruch), da sie ihm die äußeren Objekte, die mit ihnen verbundenen Vorzüge oder Gefahren, aus weiter Entfernung zeigen. Umgekehrt verhält es sich mit den subjektiven Nahsinnen, die durch unmittelbare Berührung der Objekte erregt werden und vorzugsweise dem sinnlichen Genusse dienen: Geschmack, Geschlechtssinn, Gefühl oder Tastsinn und Wärmesinn. Aber in beiden Sphären der Sinnestätigkeit ist der Kulturmensch dem Wilden unendlich überlegen in bezug auf die feineren Abstufungen und besonders die ästhetische Ausbildung. Dazu kommt noch, daß die moderne Kultur dem Menschen durch

sinnreiche Erfindungen die Mittel verschafft hat, seine natürlichen Sinnesfähigkeiten außerordentlich zu steigern und zu vervollkommnen; wir erinnern nur an die weiten Erkenntnisgebiete, die unserem Auge durch das Mikroskop und Teleskop erschlossen worden sind, an die verfeinerten chemischen Methoden der Kochkunst usw. Die feineren ästhetischen Genüsse, die uns die hochentwickelte Kunst gestattet, bildende Kunst für das Auge, Tonkunst für das Ohr, Parfümierkunst für die Nase, Kochkunst für die Zunge, sind den Wilden größtenteils unverständlich, obwohl sie z. B. auf weite Entfernung viel schärfer sehen, hören und riechen als der Kulturmensch. Auch im Genusse der Nahsinne (Geschmack, Geschlecht, Gefühl) sind sie auf rohe Massenwirkung bedacht, aber nicht auf feinere ästhetische Unterscheidung.

Ebenso wie für den persönlichen Lebenswert des einzelnen Kulturmenschen, ist auch für den sozialen Wert seiner staatlichen Organisation die verfeinerte Sinnestätigkeit der Staatsbürger und der damit verknüpfte ästhetische Genuß von höchster Bedeutung. Hier tritt vor allem der unschätzbare Wert der hoch entwickelten Kunst und Wissenschaft in den Vordergrund, die Hochschätzung und Förderung derselben durch den Staat und ihre frühzeitige Verwertung für die Jugendbildung. In Zukunft sollten daher die höheren Kulturvölker viel mehr als bisher darauf bedacht sein, im Unterricht von früher Jugend an die Sinne ebenso wie den Verstand zu schärfen, die Kinder zu scharfer Beobachtung der Naturobjekte und Wiedergabe ihrer Formen durch naturgetreue Zeichnung anzuleiten. Ferner sollte im Unterricht der Kunstsinn durch Vorführung von Bildwerken und ästhetischen Übungen gefördert, der Erziehung zum Kunstgenuß ein größerer Platz neben dem Erlernen des realen Wissens eingeräumt und durch Spaziergänge und Reisen das Gefühl für die Schönheiten der Natur frühzeitig geweckt werden. Dann würden den Kulturkindern frühzeitig unerschöpfliche

Quellen des feinsten und edelsten Lebensgenusses eröffnet werden, von denen der rohe Wilde noch keine Ahnung hat.

Die höhere Seelentätigkeit, die der Kulturmensch als sein „Geistesleben" bezeichnet und häufig als ein ganz besonderes, nur dem Menschen zukommendes „Lebenswunder" betrachtet, ist lediglich eine höhere Entwicklungsstufe derselben psychischen Tätigkeit, die wir beim Naturmenschen auf viel niederer Stufe antreffen, und die dieser mit den höheren Wirbeltieren teilt. Die vergleichende Psychologie lehrt uns die lange „Stufenleiter der Seele" kennen, die ich im 7. Kapitel der „Welträtsel" aufgestellt habe, und die von den einfachen Zellseelen der Protisten zu den unbewußten Reflexseelen und Instinkten der niederen Gewebtiere hinaufführt, von diesen zu den bewußten Seelen der höheren Metazoen und des Menschen. Die vergleichende Anatomie und Ontogenie des Nervensystems hat im Zentralnervensystem der höheren Tiere uns das Organ dieser bewußten Seelentätigkeit nachgewiesen, und die vergleichende Histologie und Pathologie des Gehirns hat uns deren speziellen Sitz in den Denkherden oder Assoziationszentren der Großhirnrinde kennen gelehrt. Die Assozion der Vorstellungen (oder die Assoziation der Dokesen), die hier im Phronema stattfindet, die Verknüpfung der Eindrücke der Sinnesempfindungen, der Denktätigkeit und der Willensimpulse, zeigt wiederum eine lange Skala der Entwicklung. Auf dieser Stufenleiter ist der intellektuelle Abstand zwischen den höchstentwickelten Kulturmenschen (z. B. dem Genius eines Darwin, Laplace, Kant) und einem rohen Wilden (z. B. Akka, Wedda, Australneger) viel größer als der Abstand zwischen den letzteren und den nächststehenden Menschenaffen (Orang, Schimpanse, Gibbon) oder einem hoch entwickelten Kulturtiere (Hund, Pferd, Elefant). Die geistigen Bedürfnisse und Tätigkeiten der niedersten Wilden überschreiten nur wenig das Höhenmaß der letzteren, während sich die unsterblichen Leistungen unserer

größten Geisteshelden, Philosophen und Naturforscher, Dichter und Künstler himmelhoch darüber erheben. Besonders charakteristisch ist der Gegensatz zwischen dem sinnlich-konkreten Denken des Naturmenschen und dem begrifflich-abstrakten Denken des Kulturmenschen. Fritz Schultze hat in seiner „Psychologie der Naturvölker" auf diesen bedeutungsvollen Unterschied mit Recht besonders hingewiesen. Es bedarf keiner weiteren Ausführung, um danach die hohe Steigerung des Lebenswertes durch die modernen Kulturfortschritte des geistigen Lebens richtig zu würdigen. Es genügt, daran zu erinnern, welche unermeßlichen Geistesschätze jedem von uns am Schlusse des 19. Jahrhunderts auf allen Gebieten der Kunst und Wissenschaft zur Verfügung stehen, Schätze, von deren Umfang und Tiefe unsere Großeltern im Beginne desselben noch keine Ahnung haben konnten.

In gleichem Maße wie der einzelne Kulturmensch im 19. Jahrhundert eine ungeahnte Erhöhung seines persönlichen Lebenswertes durch die Kulturfortschritte auf allen Gebieten erfahren hat, ist auch der moderne Kulturstaat in vielen Beziehungen mächtig fortgeschritten. Die Verknüpfung der zahlreichen Entdeckungen und Erfindungen auf allen Gebieten der Naturerkenntnis und Technik, die Assozion der Fortschritte im Verkehr und dem Erwerbsleben, in allen Künsten und Wissenschaften mußten naturgemäß auch eine höhere Entwicklung der gesamten Geistestätigkeit im modernen Kulturstaat zur Folge haben. Niemals, solange die Erde besteht, hat die wahre Wissenschaft und deren Grundlage, die Naturerkenntnis, auf einer solchen erstaunlichen Höhe gestanden wie jetzt im Beginne des 20. Jahrhunderts. Niemals ist der menschliche Geist so tief in die dunkelsten Geheimnisse der Natur eingedrungen, ist so hoch zu der theoretischen Überzeugung von ihrer Einheit emporgestiegen und hat diese Erkenntnis in der Technik und Praxis des menschlichen Lebens so vielseitig verwertet, wie in der Gegenwart. Diese

glänzenden Triumphe des Kulturmenschen sind aber nur dadurch möglich geworden, daß die verschiedensten Kräfte durch weitgehende Arbeitsteilung zusammen wirkten und daß die mächtigsten Kulturnationen in löblichem Wetteifer ihre reichen Hilfsmittel den gemeinsamen großen Zielen dienstbar machten.

Indessen sind wir auch heute noch weit von der wirklichen Erreichung dieser Ziele entfernt. Die soziale Organisation unserer Kulturstaaten ist nur zum Teile so hoch entwickelt, zum anderen Teile weit zurückgeblieben. Leider gilt noch immer das Wort von Alfred Wallace, das ich im 1. Kapitel der „Welträtsel" zitiert habe (S. 8): „Verglichen mit unseren erstaunlichen Fortschritten in den physikalischen Wissenschaften und in ihrer praktischen Anwendung, bleibt unser System der Regierung, der administrativen Justiz, der Nationalerziehung und unsere ganze soziale und moralische Organisation in einem Zustande der Barbarei." Diesen Zustand werden die höheren Kulturvölker im Laufe der nächsten Jahrhunderte erst dann allmählich überwinden, wenn sie die reine Vernunft als höchste Richtschnur des Handelns an die Stelle des blinden Glaubens und der traditionellen Autorität setzen und wenn sie „die Stellung des Menschen in der Natur" endlich richtig begreifen lernen.

Wenn wir alles zusammenfassen, was die Wertsteigerung des Menschenlebens durch die Kulturfortschritte ergibt, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß sowohl der persönliche als der soziale Wert des modernen Kulturmenschen ungeheuer hoch über denjenigen seiner wilden Ahnen sich erhoben hat. Unser modernes Kulturleben ist unendlich reich an den höchsten geistigen Interessen, die sich an den Besitz der hochentwickelten Kunst und Wissenschaft knüpfen. Wir leben ruhig und behaglich in geordneten sozialen und staatlichen Verbänden, die eine sorglose Sicherheit der Person und des Eigentums verbürgen. Unser persönliches Leben ist mehr als

hundertmal so schön, so lang und so wertvoll als dasjenige des wilden Naturmenschen, weil es mehr als hundertmal so reich an mannigfaltigen Interessen, Erlebnissen, Erfahrungen und Genüssen ist. Freilich ist aber auch innerhalb des Kulturlebens die Abstufung des Lebenswertes außerordentlich groß. Denn je weiter die Differenzierung der Stände und Klassen infolge der notwendigen Arbeitsteilung im Kulturstaate geht, desto größer werden die Unterschiede zwischen den hochgebildeten und ungebildeten Klassen der Bevölkerung, desto verschiedener ihre Interessen und Bedürfnisse, also auch ihr Lebenswert. Am größten erscheint dieser Unterschied natürlich dann, wenn man den Blick zu den „führenden Geistern" des Jahrhunderts oben auf den höchsten Höhen der Kulturmenschheit erhebt und wenn man sie mit der Masse der niederen Durchschnittsmenschen vergleicht, die tief unten im Tal ihren einförmigen und mühseligen Lebenspfad mehr oder weniger stumpfsinnig wandeln.

Ganz anders als der denkende Kulturmensch über den persönlichen Wert seines eigenen Lebens und desjenigen seiner Mitmenschen urteilt der Kulturstaat, dessen Glied er ist. Der moderne Staat verlangt von seinen Staatsbürgern zu seinem Schutze die allgemeine Wehrpflicht und fordert von jedem das gleiche Opfer seiner persönlichen Existenz; (in Deutschland hat nur der katholische Klerus das Privilegium, von diesem Opfer frei zu sein!). Für unsere Justiz ist der Wert jedes einzelnen Menschenlebens derselbe, gleichviel, ob es ein Embryo von sieben Monaten ist oder ein neugeborenes Kind (das noch kein Bewußtsein hat!), ein taubstummer Kretin oder ein hochbegabter Genius. Dieser Unterschied zwischen der persönlichen und der sozialen Schätzung des Lebenswertes zeigt sich auch in den gesamten Moralgrundsätzen. Der Krieg gilt noch heute vielen Kulturvölkern als ein unvermeidliches Übel, ebenso wie den Barbaren der persönliche Mord und die Blutrache; und doch steht der Massenmord, für des-

sen Zurüstung der Kulturstaat seine größten Mittel verwendet, in schneidendem Gegensatz zu den milden Lehren der christlichen Liebe, die er durch seine angestellten Priester jeden Sonntag feierlich predigen läßt.

Die wichtigste Aufgabe des neuen Kulturstaates wird es sein, eine naturgemäße Harmonie zwischen der sozialen und der persönlichen Wertschätzung des Menschenlebens herbeizuführen. Dazu ist vor allem eine gründliche Reform des Schulunterrichts und der Nationalerziehung, der Justiz und der Sozialorganisation erforderlich. Erst dann werden wir die Barbarei des Mittelalters überwinden, von der Wallace mit Recht spricht; heute äußert sie noch überall ihre Macht in unserem Strafrecht und unseren Standesprivilegien, in der beklagenswerten Scholastik des Unterrichts und der Theokratie der Kirche.

Zunächst ist für jeden einzelnen Organismus sein individuelles Leben nächster Zweck und höchster Wert. Daher rührt das allgemeine Streben nach Selbsterhaltung, das im anorganischen Gebiete auf das physikalische „Gesetz der Trägheit" zurückgeführt werden kann. Diesem subjektiven Lebenswerte steht der objektive gegenüber, der auf der Bedeutung des Einzelwesens für die Außenwelt beruht. Letztere wächst um so mehr, je höher der Organismus sich entwickelt und je tiefer er in das allgemeine Gesamtgetriebe des Lebens eingreift. Die wichtigsten von diesen Beziehungen sind diejenigen, welche auf der Arbeitsteilung gleichartiger Individuen beruhen, und auf ihrer Assozion oder Vereinigung zu einem höheren Ganzen. Das gilt ebenso von den Zellenstaaten, die wir Gewebe und Personen nennen, wie von den Stöcken der höheren Pflanzen und Niedertiere, von den Herden und Staaten der Obertiere und des Menschen. Je höher sich diese durch fortschreitende Arbeitsteilung entwickeln, je inniger der gegenseitige Bedarf der differenzierten Individuen wird, desto höher steigt der objektive Lebenswert der letzteren für das Ganze, desto mehr

sinkt aber zugleich der subjektive Wert der Individuen. Daraus entsteht ein beständiger Kampf zwischen den Interessen der Einzelwesen, die ihren besonderen Lebenszweck verfolgen, und denjenigen des Staates, für dessen Zweck dieselben nur Wert haben als Teile einer Maschine.

Achtzehntes Kapitel

LEBENSSITTEN

Anpassung und Gewohnheit. Instinkt und Moral. Mode und Vernunft.

Das praktische Leben des Menschen, wie aller sozialen höheren Tiere, wird von Trieben und Gewohnheiten beherrscht, die man allgemein als Sitten bezeichnet. Die Wissenschaft von diesen Sitten (Mores), die Moral oder Ethik, wird von dem herrschenden Dualismus als eine sogenannte „Geisteswissenschaft" betrachtet und einerseits mit der Religion, anderseits mit der Psychologie eng verknüpft. Während des 19. Jahrhunderts blieb diese dualistische Auffassung, namentlich deshalb in allgemeiner Geltung, weil die gewaltige Autorität von Kant mit seinem Dogma vom „kategorischen Imperativ" ihr eine scheinbar absolute Unterlage gegeben hatte und weil sie sich unmittelbar an die Glaubenslehren der christlichen Kirche anschließen ließ. Unser Monismus dagegen betrachtet die Ethik (wie alle Wissenschaft überhaupt) als „Naturwissenschaft" und geht von der Überzeugung aus, daß die Sitten nicht übernatürlichen Ursprungs, sondern durch Anpassung der sozialen Säugetiere an die natürlichen Existenzbedingungen erworben, also auf physikalische Gesetze zurückzuführen sind. Unsere moderne Biologie erblickt demnach in den Sitten keine metaphysischen „Lebenswunder", sondern die Wirkung von physiologischen Tätigkeiten des Organismus.

Unser ganzes modernes Kulturleben ist noch heute in den Irrtümern befangen, welche die traditionelle,

auf „Offenbarung" gegründete Moral, eng verknüpft mit den Glaubenslehren der Religion, ihr aufgebürdet hat. Das Christentum hat die „zehn Gebote" des Moses aus der älteren jüdischen Religion übernommen und mit der mystischen Metaphysik des Platonismus zu einem mächtigen Moralgebäude vereinigt. In der Neuzeit war es vor allen Kant, der demselben in seiner „Kritik der praktischen Vernunft" eine einflußreiche metaphysische Grundlage gab und die drei großen „Zentraldogmen der Metaphysik" als deren unerschütterliche Pfeiler hinstellte: den persönlichen Gott, die unsterbliche Seele und die Freiheit des Willens. Der innige Zusammenhang dieser drei mächtigen Dogmen untereinander und ihr bestimmender Einfluß auf die praktische Vernunft der Sittenlehre wurde besonders dadurch wichtig, daß Kant für letztere das Dogma des kategorischen Imperativs aufstellte.

Die außerordentliche Bedeutung, die Kants dualistischer Philosophie noch heute beigemessen wird, beruht großenteils darauf, daß derselbe der praktischen Vernunft den Primat oder den Vorrang vor der theoretischen reinen Vernunft einräumte. Das unbedingte Sittengesetz, für das Kant allgemeine Geltung verlangte, drückte sein „kategorischer Imperativ" in folgender Formel aus: „Handle jederzeit so, daß die Maxime (oder der subjektive Grundsatz deines Willens) zugleich als Prinzip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könnte." Ich habe bereits im 19. Kapitel der „Welträtsel" gezeigt, daß dieser „kategorische Imperativ", ebenso wie die Lehre vom „Ding an sich", auf dogmatischen, nicht auf kritischen Grundlagen beruht. Es ist daher von Interesse, zu sehen, wie Schopenhauer, der sich sonst so vielfach an Kant anschloß, sich über dieses wichtige Problem äußerte; er sagt: „Kants kategorischer Imperativ wird in unseren Tagen meistens unter dem weniger prunkenden, aber glatteren und kurrenteren Titel ‚Das Sittengesetz' eingeführt. Die täglichen Kompendienschreiber vermeinen mit der gelassenen

Zuversicht des Unverstandes, die Ethik begründet zu haben, wenn sie nur sich auf jenes unserer Vernunft angeblich innewohnende ‚Sittengesetz' berufen, und dann getrost jenes weitschweifige und konfuse Phrasengewebe darauf setzen, mit dem sie die klarsten und einfachsten Verhältnisse des Lebens unverständlich zu machen verstehen; — ohne bei solchem Unternehmen jemals sich ernstlich gefragt zu haben, ob denn auch wirklich so ein ‚Sittengesetz' als bequemer Kodex der Moral in unserem Kopf, Brust oder Herzen geschrieben stehe. Dieses breite Ruhepolster wird der Moral weggezogen durch den Nachweis, daß Kants ‚kategorischer Imperativ der praktischen Vernunft eine völlig unberechtigte, grundlose und erdichtete Annahme ist'. Wie die ganze Lehre von der ‚praktischen Vernunft' bei Kant nicht auf kritischen, sondern auf dogmatischen Grundlagen beruht, so ist auch sein kategorischer Imperativ das reine Dogma; ein Glaubenssatz der Dichtung, der den empirischen Erkenntnissen der unbefangenen reinen Vernunft direkt widerspricht."

Das Pflichtgebot, wie es der kategorische Imperativ als ein unbedingtes, a priori der menschlichen Seele eingepflanztes Gesetz ansieht — als einen moralischen Instinkt —, ist in Wahrheit auf eine lange Kette von phyletischen Umbildungen im Phronema der Großhirnrinde zurückzuführen. Die Pflicht selbst ist ein „soziales Gebot", das a posteriori infolge der komplizierten Wechselbeziehungen zwischen dem Egoismus der Individuen und dem Altruismus ihrer Gesellschaft sich historisch entwickelt hat. Das Pflichtgefühl oder Gewissen ist Bestimmbarkeit des Willens durch das Bewußtsein der Pflicht, das individuell sehr verschieden sich abstuft.

Unsere naturwissenschaftliche Betrachtung der Sittengesetze, gestützt auf vergleichende Physiologie und Entwicklungsgeschichte, Ethnographie und Kulturgeschichte, lehrt uns, daß die Sittengesetze auf biologischer Basis beruhen und sich auf natürlichem Wege entwickelt haben. Unsere ganze heutige Mo-

ral, Staatsordnung und Rechtsordnung, hat sich im Laufe des 19. Jahrhunderts aus älteren, niederen Zuständen entwickelt, die wir heute großenteils als „überwunden" betrachten. Die ältere Zivilmoral des 18. Jahrhunderts ist wiederum aus der vorhergehenden Ethik des 17. und 16. hervorgegangen, ebenso wie diese aus der Barbarenmoral des Mittelalters, mit ihrem Despotismus und Kirchenfanatismus, ihren Inquisitionen und Hexenprozessen. Ebenso unzweifelhaft lehrt uns die neuere Ethnographie und die vergleichende „Psychologie der Naturvölker" (Fritz Schultze, 1902), daß die Moral der Barbarenvölker sich stufenweise aus den niederen sozialen Zuständen der Wilden entwickelt hat, und diese unterscheiden sich von den Instinkten der sozialen Affen und anderer sozialer Wirbeltiere nur dem Grade, nicht der Art nach. Unbefangene vergleichende Psychologie der Vertebraten zeigt uns weiterhin, wie die sozialen Instinkte der Säugetiere und Vögel aus den niederen Stufen der Reptilien und Amphibien, und diese wiederum aus denjenigen der Fische und der niedersten Wirbeltiere hervorgegangen sind. Endlich überzeugt uns die Phylogenie der Wirbeltiere, daß dieser höchst entwickelte Stamm aus einer langen Ahnenreihe von wirbellosen Gewebtieren (Chordonien, Vermalien, Gasträaden) und diese wiederum aus einer Reihe von Protisten durch allmähliche Umbildung entstanden sind. Unter diesen Einzelligen (anfangs Protophyten, später Protozoen) findet sich bereits das wichtigste Prinzip der „Gesittung", die Assozion oder Bildung von „Zellvereinen". Die Anpassung der vereinigten Zellenindividuen aneinander und an die gemeinsamen Existenzbedingungen der Außenwelt ist die physiologische Grundlage der primitivsten Anfänge der Moral bei den Protisten. Alle Einzelligen, die ihr isoliertes Eremitenleben aufgeben und sich zu Coenobien oder Zellvereinen verbinden, sind aber dadurch schon gezwungen, ihren natürlichen Egoismus einzuschränken und wegen der Gemeinsamkeit der sozialen Interessen dem Altruismus

Zugeständnisse zu machen. Schon bei den kugelförmigen schwärmenden Coenobien von Volvox und Magosphära entspringt die besondere Form und Bewegungsart, die „Sitte" der Fortpflanzung, aus dem Kompromiß zwischen den egoistischen Trieben der einzelnen Zellen und dem altruistischen Bedürfnis des Zellvereins.

Die sogenannte „Sitte", gleichviel ob im engeren oder weiteren Sinne gefaßt, ist stets auf die physiologische Funktion der Anpassung zurückzuführen, die mit der Selbsterhaltung des Organismus durch Ernährung auf das innigste zusammenhängt. Die Veränderung im Plasma, welche der trophische Reiz bedingt, ist stets in der chemischen Energie des Stoffwechsels begründet (Kapitel 9). Es wird daher zweckmäßig sein, hier zunächst den Begriff der Anpassung klar festzustellen. Ich habe denselben 1866 (im 19. Kapitel der „Generellen Morphologie") folgendermaßen definiert (S. 191): „Die Anpassung (Adaptatio), oder Abänderung (Variatio) ist eine allgemeine physiologische Funktion der Organismen, welche mit der fundamentalen Funktion der Ernährung unmittelbar zusammenhängt. Sie äußert sich in der Tatsache, daß jeder individuelle Organismus sich durch den Einfluß der äußeren Existenzbedingungen verändert und Eigenschaften erwerben kann, welche seine Voreltern nicht besaßen. — Die Ursachen der Veränderlichkeit bestehen wesentlich in einer materiellen Wechselwirkung zwischen Teilen des Organismus und der ihn umgebenden Außenwelt. — Die Veränderlichkeit (Variabilitas), oder Anpassungsfähigkeit (Adaptabilitas) ist also keineswegs eine besondere organische Funktion, sondern beruht auf dem materiellen, physikalisch-chemischen Prozesse der Ernährung." Die bezüglichen weiteren Ausführungen dieser mechanischen Auffassung der Anpassung, die ich dort vor 40 Jahren gegeben habe, und die wenig Beachtung gefunden haben, sind im 10. Vortrage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" kurz wiedergegeben.

Der Begriff der Anpassung und seine Beziehung zur Abänderung ist vielfach verschieden und abweichend von der obigen Definition aufgefaßt worden. In neuester Zeit hat namentlich Ludwig Plate jenen Begriff eingeschränkt und will unter Anpassung nur die dem Organismus nützlichen Abänderungen verstanden wissen. Bei dieser Gelegenheit tadelt er hart meine weitere Auffassung des Begriffes als einen „handgreiflichen Irrtum" und meint, ich schleppe ihn nur deshalb weiter, weil ich „keiner Belehrung zugänglich" sei (Probleme der Artbildung, S. 209). Hiergegen bemerke ich nur, daß mir seine Einschränkung der Anpassung auf „nützliche Abänderungen" ebenso unhaltbar als irreführend erscheint. Denn es gibt im Leben des Menschen wie der übrigen Organismen Tausende von Gewohnheiten und Instinkten, die nicht nützlich, sondern entweder gleichgültig für den Organismus oder sogar nachteilig sind und die dennoch unter den Begriff der Anpassung fallen, durch Vererbung sich fortschleppen und die Form umbilden. Besonders in den Kulturverhältnissen des Menschen, der Haustiere und der Kulturgewächse sind solche Anpassungen aller Art — teils nützlich, teils gleichgültig, teils schädlich — (infolge von Erziehung, Schulung Dressur, Verziehung, Verwöhnung usw.) tausendweise zu finden; ich erinnere nur an die Einflüsse der Mode und der Schule. Auch die Entstehung der „unnützen" (— oft sogar schädlichen! —) rudimentären Organe beruht auf Anpassung!

„Die Gewohnheit ist die andere Natur", sagt das alte Sprichwort; eine tiefe Wahrheit, deren ganze Bedeutung uns erst durch Lamarcks Deszendenztheorie zum vollen Bewußtsein gekommen ist. Die einfache Gewohnheit des einzelnen Organismus wird infolge von Anerkennung und Nachahmung derselben durch die Gesellschaft zur mächtigen Sitte. Die Gewöhnung besteht in oftmaliger Wiederholung einer und derselben physiologischen Tätigkeit und ist daher auf das Prinzip der gehäuften (kumulativen oder

funktionellen) Anpassung zurückzuführen. Durch diese öftere Wiederholung einer und derselben Tätigkeit, die Übung, die mit dem Gedächtnis des Plasma eng zusammenhängt, wird eine bleibende Veränderung sowohl in positivem als negativem Sinne ausgeführt: positiv wird das Organ fortgebildet, durch die Übung gestärkt, negativ hingegen rückgebildet, durch die Nichtübung geschwächt. Im weiteren Verlaufe dieser Häufung oder Kumulation von geringen, an sich unbedeutenden Veränderungen geht die Wirksamkeit der Anpassung schließlich so weit, daß durch progressive Umbildung neue Organe entstehen, durch regressive Metamorphose hingegen die bestehenden Organe nutzlos, rudimentär werden und zuletzt verschwinden.

Wenn wir die einfacheren Vorgänge der Gewöhnung bei niederen Organismen eingehend untersuchen, überzeugen wir uns, daß sie gleich allen anderen Anpassungen auf chemischen Veränderungen im Plasma beruhen und daß diese durch trophische Reize hervorgerufen werden, d. h. durch äußere Einwirkungen auf den Stoffwechsel. Wie Ostwald mit Recht hervorhebt, ist die „wichtigste Leistung der Organismen die Umwandlung der verschiedenen chemischen Energien ineinander. Denn die chemische Energie, wie sie das Lebewesen als Nahrung aufnimmt, ist im allgemeinen nicht geeignet, zu seinen Zwecken unmittelbar verwendet zu werden, und bedarf daher einer weiteren Bearbeitung. Jede Zelle ist ein chemisches Laboratorium, in welchem die mannigfaltigsten Reaktionen ohne Öfen und Retorten durchgeführt werden. Das am meisten angewendete Mittel ist hier wahrscheinlich die katalytische Beschleunigung der brauchbaren und die katalytische Verzögerung der unzweckmäßigen Reaktionen. Hierfür spricht die regelmäßige Anwesenheit derartiger Enzyme in allen Organismen." Dabei ist von größter Bedeutung das Gedächtnis, das ich mit Hering als eine allgemeine Eigenschaft aller lebendigen Substanz verstehe, „vermöge deren bestimmte Vor-

gänge im Lebewesen Wirkungen hinterlassen, welche die Wiederholung dieser Vorgänge begünstigen". In Übereinstimmung mit Ostwald bin ich der Ansicht, daß „die Bedeutung dieser Eigenschaft gar nicht überschätzt werden kann. In ihren allgemeineren Formen ergibt sie die Anpassung und Vererbung, in ihrer höchsten Entwicklung das bewußte Gedächtnis" (a. a. O., S. 367). Bereits in meiner Abhandlung über die „Perigenesis der Plastidule" (1875) hatte ich auf die außerordentliche Bedeutung dieses „Gedächtnisgesetzes" hingewiesen und es durch Molekularbewegungen im Plasma physiologisch zu begründen gesucht. In neuester Zeit hat einer meiner tüchtigsten Schüler, Richard Semon, eine ausgezeichnete tiefere Analyse und umfassende Anwendung desselben gegeben, in seinem gedankenreichen Werke über „Die Mneme, als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens" (Leipzig 1904). Wie das „bewußte Gedächtnis", das Bewußtsein überhaupt, im Geistesleben des Kulturmenschen die höchste Stufe auf der langen Stufenleiter der phyletischen Anpassungsreihe erreicht, so bleibt unten auf der tiefsten Stufe derselben die Anpassung der Moneren stehen. Unter letzteren zeigen namentlich die Bakterien, die trotz ihres Mangels an anatomischer Struktur die mannigfaltigsten und wichtigsten Beziehungen zu anderen Organismen gewonnen haben, daß diese vielseitige Anpassung auf „Gewohnheiten" des Plasma beruht und lediglich in dessen chemischer Energie, d. h. in seiner unsichtbaren Molekularstruktur, begründet ist. Auch hier wieder vermitteln die Moneren den direkten Übergang zwischen Organismen und Anorganen; sie füllen die tiefe energetische Kluft aus, die zwischen den „beseelten" Lebewesen und den sogenannten „leblosen Naturkörpern" zu bestehen scheint.

Während nach der herrschenden Anschauung gerade die Gewohnheit als ein rein biologischer Prozeß gilt, gibt es dennoch auch im Gebiete der anorganischen Natur Vorgänge, die sich im weiteren

Sinne unter diesen Begriff einfügen lassen. Ostwald führt dafür folgendes Beispiel an: „Nimmt man zwei gleiche Proben verdünnter Salpetersäure und löst in der einen etwas metallisches Kupfer auf, so wird die Probe dadurch die Fähigkeit erlangen, ein zweites Stück desselben Metalls viel schneller aufzulösen, als die andere, unverändert gebliebene. Die Ursache dieser Erscheinung, die in gleicher Weise mit Quecksilber oder Silber und Salpetersäure beobachtet werden kann, liegt darin, daß die bei der Auflösung des Metalls entstehenden niederen Oxyde des Stickstoffs die Wirkung der Salpetersäure auf frisches Metall katalytisch beschleunigen. Man erzielt die gleiche Wirkung, wenn man etwas von diesen Oxyden in die Säure bringt; dann wirkt sie gleichfalls viel schneller, als die reine Säure. Die ‚Gewöhnung' entsteht also hier durch die Bildung eines katalytischen Beschleunigers während der Reaktion." Man kann die „anorganische Gewöhnung" nicht nur mit der organischen Anpassung vergleichen, die wir Gewohnheit und Übung nennen, sondern auch weiterhin mit der „Nachahmung", die eine katalytische Übertragung von Gewohnheiten auf sozial verbundene Lebewesen bedeutet.

Unter Instinkten verstand man früher hauptsächlich die unbewußten Triebe der Tiere, die zu zweckmäßigen Handlungen führen, und nahm an, daß jeder Tierart ihre besonderen Instinkte bei ihrer Schöpfung eingepflanzt seien; man hielt die Tiere nach Descartes für bewußtlose und gefühllose Maschinen, deren Handlungen mit unabänderlicher Sicherheit erfolgen, in der bestimmten Form, die ihnen „Gottes Vernunft" beigelegt hatte. Obgleich diese veraltete Instinkttheorie noch heute von dualistischen Metaphysikern und Theologen vielfach gelehrt wird, ist sie doch tatsächlich durch die monistische Entwicklungstheorie längst widerlegt. Schon Lamarck behauptete, daß die Instinkte größtenteils durch Gewöhnung und Anpassung entstanden, und dann durch Vererbung befestigt seien. Später haben namentlich

Darwin und Romanes gezeigt, daß diese „erblich gewordenen Gewohnheiten" denselben Gesetzen der Abänderung unterliegen, wie andere physiologische Tätigkeiten. Neuerdings hat jedoch Weismann in seinen Vorträgen über Deszendenztheorie vielen Scharfsinn aufgewendet, um diese Annahme, sowie überhaupt die „Hypothese einer Vererbung funktioneller Abänderungen" zu widerlegen, weil sie sich nicht mit seiner unhaltbaren „Keimplasmatheorie" verträgt. Ernst Heinrich Ziegler, der kürzlich (1904) den „Begriff des Instinktes einst und jetzt" scharf analysiert hat, schließt sich der Ansicht von Weismann (1883) an, daß „alle Instinkte rein durch Selektion entstehen, daß sie nicht in der Übung des Einzellebens, sondern in Keimesvariationen ihre Wurzel haben". Aber wo anders kann die Ursache dieser „Keimesvariationen" liegen, als in den Gesetzen der direkten und indirekten Anpassung? Nach meiner Überzeugung liefern gerade umgekehrt die merkwürdigen Erscheinungen des Instinktes eine Fülle von schlagenden Beweisen für die progressive Vererbung, ganz im Sinne von Lamarck und von Darwin.

Die große Mehrzahl aller Organismen lebt gesellig und ist daher durch das Band gemeinsamer Interessen miteinander verknüpft. Unter allen Beziehungen, welche die Existenz der Art bedingen, sind die wichtigsten diejenigen, welche das Einzelwesen mit den anderen Individuen der Spezies verbinden. Das ergibt sich schon ohne weiteres aus den Gesetzen der sexuellen Fortpflanzung. Auch ist die gesellige Vereinigung vieler Individuen einer Spezies von großem Vorteil im Kampf ums Dasein. Bei den höheren Tieren erlangt die Assozion der Personen dadurch noch besondere Bedeutung, daß sie sich mit weitgehender Arbeitsteilung der Individuen verbindet. In den „Staaten" der Gliedertiere (Bienen, Ameisen), den Herden der Säugetiere tritt dann der Trieb der Selbsterhaltung in doppelter Form auf, als Egoismus der Person und als Altruismus des Vereinsgliedes; in den Staaten des Menschen wird der Gegensatz die-

ser beiden Triebe um so wichtiger, als die Vernunft zu der Einsicht führt, daß beide Triebe ihre Berechtigung haben. Die sozialen Gewohnheiten werden zu festen Sitten, deren Gesetze später als heilige Pflichtgebote gelehrt werden und die Grundlagen der Rechtsordnung bilden.

Die Sitten der Völker, die eine so große Mannigfaltigkeit von psychologischen und soziologischen Erscheinungen bedingen, sind zum größten Teile nichts weiter, als „soziale Instinkte", durch Anpassung erworben und durch Vererbung oder Tradition von Generation auf Generation übertragen. Früher unterschied man beide Arten der Gewohnheit dadurch, daß man die Instinkte der Tiere als beständige, in ihrer physischen Organisation begründete Lebenstätigkeiten ansah, hingegen die Sitten der Menschen als metaphysische Mächte, die sich durch geistige Überlieferung fortsetzen. Allein dieser Unterschied ist hinfällig geworden durch die moderne physiologische Erkenntnis, daß auch die Sitten der Menschen, ebenso wie alle übrigen Seelentätigkeiten, physiologisch in der Organisation ihres Gehirns begründet sind. Die individuellen Lebensgewohnheiten des einzelnen Menschen, die durch Anpassung an seine persönlichen Existenzbedingungen erworben wurden, werden erblich in seiner Familie, und diese Familienbräuche sind ebensowenig von den Sitten des Volksstammes scharf zu unterscheiden, wie letztere von den Pflichtgeboten der Kirche und der Rechtsordnung des Staates.

Wenn eine Sitte von allen Mitgliedern der Gemeinschaft als wichtig und gültig anerkannt, ihre Befolgung gefordert, ihre Verletzung bestraft wird, so erhebt sie sich zum „Recht". Das gilt schon von den Herden der sozialen Säugetiere (Affen, gesellige Raubtiere und Huftiere) und den Scharen der sozialen Vögel (Hühner, Gänse, Webervögel). Die Rechtsordnung, die sich hier durch höhere Entwicklung von sozialen Instinkten gebildet hat, ist besonders dann auffällig und derjenigen der Naturvölker

gleichwertig, wenn einzelne hervorragende Personen (alte und starke Männchen) als Leiter der Herde („Leithammel") eine Art Herrschergewalt erworben haben und erfolgreich für Aufrechterhaltung der guten Sitten oder des Rechtes sorgen. Manche von diesen organisierten Herden stehen in vielen Beziehungen sogar höher, als die niedersten Stufen jener Wilden, deren Familien vereinzelt leben oder nur mit wenigen anderen Familien zu lockeren Stammesgemeinden zeitweilig verbunden sind. Die wichtigen Fortschritte, welche die vergleichende Psychologie und Ethnologie, Kulturgeschichte und prähistorische Forschung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gemacht haben, befestigen uns in der Überzeugung, daß eine lange Kette vermittelnder Zwischenstufen von den Anfängen der Rechtsordnung bei den sozialen Primaten und anderen Säugetieren zu derjenigen der wilden Naturvölker, und von diesen zu derjenigen der Barbaren und Zivilvölker, weiter bis zu der hochentwickelten „Rechtswissenschaft" der modernen Kulturvölker hinaufführt.

Wie die Gesetze der Rechtswissenschaft, so sind auch die Gebote der Religion aus den erblichen Sitten der Naturvölker, und somit weiterhin aus den sozialen Instinkten der Primaten oder Herrentiere ursprünglich abzuleiten. Schon frühzeitig entwickelte sich bei den prähistorischen Naturvölkern, von denen wir alle abstammen, jenes bedeutungsvolle Gebiet der Geistestätigkeit, das wir unter dem vieldeutigen Begriffe der Religion zusammenfassen. Wenn wir die Ursprünge derselben vom heutigen Standpunkte der empirischen Psychologie und der monistischen Entwicklungslehre unbefangen untersuchen, so kommen wir zu der Überzeugung, daß die Religion polyphyletisch entstanden und aus verschiedenen Quellen entsprungen ist: Ahnenkultus, Wunsch der persönlichen Unsterblichkeit, Bedürfnis einer ursächlichen Erklärung der Naturerscheinungen und weiterhin einer Weltanschauung, Aberglaube der ververschiedensten Art, Festigung der Sittengesetze

durch die Autorität eines göttlichen Gesetzgebers usw. Je nachdem die Phantasie der Wilden und Barbaren die religiösen Dichtungen nach dieser oder jener Richtung weiter ausbaute, entstanden Hunderte von verschiedenen Religionsformen; im Kampf ums Dasein blieben nur wenige von ihnen übrig und erwarben (wenigstens äußerlich) die Herrschaft über das moderne Geistesleben. Je weiter in der Neuzeit die unabhängige und „voraussetzungslose" Wissenschaft fortschritt, desto mehr wurde die Religion vom alten Aberglauben gereinigt und dafür ihr Hauptwert auf die „Sittenlehre" verlegt.

Die Unterwerfung unter die „göttlichen Gebote", welche die Religion von den Gläubigen fordert, wird vielfach von der menschlichen Gesellschaft auch auf beliebige Satzungen übertragen, die durch soziale Gewohnheiten untergeordneter Art entstanden sind. So entsteht die häufige Verwechslung von Sitte und Sittlichkeit, von konventioneller äußerlicher Form und wertvoller innerlicher Moral. Die Begriffe von Gut und Böse, Recht und Unrecht, Moralisch und Unmoralisch unterliegen so der willkürlichsten Deutung. Eine große Rolle spielt dabei der moralische Zwang, der von den herrschenden Vorstellungen der jeweiligen Gesellschaft auf die Handlungsweise und das Benehmen der zugehörigen Personen ausgeübt wird. Wenn der einzelne hochgebildete Kulturmensch in wichtigen Fragen des praktischen Lebens noch so klar und vernünftig denkt, so muß er sich doch der Tyrannei der traditionellen, oft ganz unvernünftigen „Sitten" fügen, welche die Gesellschaft beherrschen. Tatsächlich besteht im Kulturleben ebenso wie in der Natur der Vorrang (oder der Primat) der praktischen Vernunft vor der theoretischen reinen Vernunft, den Kant ausdrücklich fordert.

Die Herrschaft der Sitte im praktischen Leben des Menschen beruht nicht allein auf der Autorität der sozialen Gewohnheiten, sondern auch auf der Macht der Selektion. Wie bei der Entstehung der Tier- und Pflanzenarten die natürliche Zuchtwahl die relative

Konstanz der Speziesform bedingt, so wirkt dieselbe auch auf die Entstehung fester Sitten und Gebräuche im Völkerleben mächtig ein. Dabei spielt eine große Rolle die mimetische Anpassung oder „Mimikry", die „Nachäffung" oder Nachahmung bestimmter Formen oder Moden durch verschiedene Tierarten. Unbewußt erfolgt diese Nachahmung namentlich bei vielen Insekten verschiedener Ordnungen, Schmetterlingen, Käfern, Hymenopteren usw. Indem Insekten einer bestimmten Familie in ihrer äußeren Form, Färbung und Zeichnung denjenigen einer anderen Familie zum Verwechseln ähnlich werden, genießen sie des Schutzes oder anderer Vorteile im Kampf ums Dasein, welche die letzteren eben durch jene äußeren Merkmale besitzen. Darwin, Wallace, Weismann, Fritz Müller, Bates u. a. haben an zahlreichen interessanten Beispielen gezeigt, wie die Entstehung solcher täuschender Ähnlichkeiten durch Naturzüchtung zu erklären, und wie wichtig sie für die Bildung der Spezies ist. Aber in ähnlicher Weise, teils durch unbewußte, teils durch bewußte Nachahmung, entstehen auch zahlreiche Sitten und Lebensformen des Menschen. Unter diesen sind für das praktische Leben besonders wichtig die wechselnden äußeren Formen, die man als „Moden" bezeichnet und die im Kulturleben eine äußerst einflußreiche Rolle spielen. Die Bezeichnung „Modeaffe", in wissenschaftlichem Sinne gebraucht, ist kein verächtliches Schimpfwort, sondern hat einen tiefen doppelten Sinn; denn erstens drückt sie die Entstehung der Moden durch „Nachäffung" richtig aus, und zweitens zugleich die besondere Ähnlichkeit, die in dieser Beziehung zwischen dem Menschen und dem Affen, als seinem nächsten Verwandten, besteht. Einen wichtigen Anteil daran besitzt die sexuelle Selektion der Primaten.

Eine hohe Bedeutung hat Darwin in seinem geistreichen Werke „Über den Ursprung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl" der gegenseitigen ästhetischen Auslese beider Geschlechter zuge-

schrieben; sie gilt für den Menschen ebenso, wie für die meisten höheren, mit Schönheitsgefühl begabten Wirbeltiere, namentlich die Amnioten (Säugetiere, Vögel, Reptilien). Die schöne Färbung und Zeichnung, oder die Ausstattung mit besonderen Zierden, durch die sich die Männchen vor den Weibchen auszeichnen, ist nur aus der sorgfältigen individuellen Auslese der ersteren durch die letzteren zu erklären. So sind die verschiedenen Formen des Haarschmuckes (Bart, Kopfhaar) und die lebhaften Gesichtsfarben, auch die besondere Form der Lippen, Nasen, Ohren usw. zu erklären, die wir beim Manne und den männlichen Affen antreffen; ferner das prächtige bunte Gefieder der männlichen Kolibris, Paradiesvögel, Hühnervögel usw. Da ich diese interessante, ebenso für die Psychologie wie für die Deszendenztheorie wichtige „sexuelle Selektion" bereits im 11. Vortrage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" eingehend besprochen habe, kann ich hier darauf verweisen; ich möchte nur besonders hervorheben, wie wertvoll gerade dieses Kapitel des „Darwinismus" für das Verständnis der Speziesbildung einerseits, der menschlichen Moden anderseits ist; tatsächlich hängen diese letzteren physiologisch mit den herrschenden Sittenfragen auf das engste zusammen.

Die Ausbildung der Mode beim Kulturmenschen ist nicht nur für die Entwicklung des Schönheitssinnes und die sexuelle Selektion beider Geschlechter von hoher Bedeutung, sondern auch für die Entstehung des Schamgefühls und der feineren psychologischen Beziehungen, die sich daran knüpfen. Die niederen Wilden besitzen ebensowenig Schamgefühl als die Tiere und die Kinder; sie gehen vollkommen nackt und vollziehen die Geschlechtsakte ohne jede Spur von Scham gleich den Hunden (Zynismus). Die Anfänge der Bekleidung, die bei den mittleren Wilden auftreten, sind nicht durch das Schamgefühl veranlaßt, sondern teils durch den Zwang des Klimas (bei Polarvölkern), teils durch die Eitelkeit, die Sucht sich zu putzen (z. B. Verzierung der Ohren, Lippen,

Nase, Geschlechtsteile durch Einstecken von Muscheln, Holzstückchen, Blumen, Steinen usw.). Erst später beginnt mit keimendem Schamgefühl die Verhüllung einzelner Körperteile durch Blätter, Gürtel, Schürzen u. dgl. Bei den meisten Völkern werden zunächst die Geschlechtsteile verhüllt; einige aber legen mehr Gewicht auf die Verhüllung des Gesichts. Noch heute gilt bei vielen orientalischen (namentlich dem Islam ergebenen) Völkern als erste Pflicht der Frauenkeuschheit die Verhüllung des Gesichts (— als des für das Individuum meist charakteristischen Körperteils! —), während der übrige Körper nackt bleiben kann. Überhaupt spielen bei der höheren Entwicklung der „feinen Sitte" gerade die ästhetischen und psychologischen Beziehungen beider Geschlechter die größte Rolle; der Begriff der „Sitte" und des sittlichen Lebenswandels wird oft gleichbedeutend mit dem als normal geltenden sexuellen Verhalten gebraucht.

Je höher die mannigfaltigen Verhältnisse des Kulturlebens sich entwickeln, desto mehr macht sich einerseits der Einfluß der Vernunft geltend, anderseits die Macht der erblichen Tradition und der mit ihr verknüpften hergebrachten Sitte; dabei verschärft sich vielfach der Kampf der ersteren mit der letzteren. Die Vernunft sucht alle Verhältnisse naturgemäß zu beurteilen, die Ursachen der Erscheinungen zu erkennen und demgemäß das praktische Leben zweckmäßig einzurichten. Die Tradition hingegen, das „geheiligte Herkommen" oder die „gute Sitte", betrachtet die Verhältnisse von den überlieferten Gesichtspunkten der Vorfahren, ihrer ehrwürdigen Gesetze und religiösen Gebote. Die unabhängigen Erwägungen der Vernunft und die wahren Kausalbeziehungen sind ihr gleichgültig; sie verlangt, daß das praktische Leben der einzelnen sich den hergebrachten Sitten des Stammes oder Staates unterwerfe. Daraus entspringen dann notwendig die fortdauernden Konflikte zwischen Vernunft und Tradition, zwischen Wissenschaft und Religion, die sich

bis zur Gegenwart fortziehen. Vielfach tritt dabei auch an die Stelle der alten „geheiligten Tradition" eine beliebige „neue Mode", d. h. eine vorübergehende Sitte, die nur durch ihre Neuheit oder Seltsamkeit imponiert; wenn dieselbe aber mit gehörigem Geschick und Nachdruck in der wankelmütigen „öffentlichen Meinung" zur Geltung gebracht wird, oder wenn ihr gar die Autorität des Staates oder der Kirche hilfreich zur Seite tritt, erlangt sie bald dasselbe Ansehen, wie die verlassene „alte gute Sitte".

Die niedersten Naturvölker der Gegenwart (z. B. die pithekoiden Pygmäen, die Weddas auf Ceylon, die Akkas in Zentralafrika) erheben sich in ihrem geistigen Leben nur sehr wenig über ihre nächsten Primatenahnen, die anthropoiden Affen. Das gilt auch von ihren Lebensgewohnheiten und Sitten. Da der größte Teil ihrer Vorstellungen aus konkreten sinnlichen Anschauungen besteht, bleibt ihre abstrakte Begriffsbildung auf einer sehr tiefen Stufe stehen; von religiösen Vorstellungen kann man kaum sprechen. Aber schon bei den mittleren Wilden beginnt sich der Trieb nach Erkenntnis der Ursachen zu entwickeln und damit die Vorstellung von Geistern, die hinter den sinnlichen Erscheinungen stecken. Die Furcht vor denselben und ihre Verehrung führt zum Fetischdienst und Animismus, den Anfängen der Religion. Schon auf diesen Vorstufen des Gottesdienstes oder Kultus entstehen bestimmte, eng damit verknüpfte Sitten, denen ein symbolischer oder geheimnisvoller Sinn beigelegt wird. Diese Zeremonien (eigentlich Zärimonien) geben dann bei den höheren Naturvölkern und den Barbaren die Veranlassung zu größeren religiösen Festlichkeiten, die von den Griechen als Mysterien bezeichnet wurden. Sinnliche Phantasiegebilde der mannigfaltigsten Art verknüpfen sich dabei mit höheren übersinnlichen Vorstellungen und Aberglauben. Die mit dem Kultus verknüpften Festlichkeiten, Prozessionen, Tänze, Gesänge, Opfer aller Art haben mehr oder weniger Beziehung auf das Geheimnisvolle und gelten daher

als „heilig". Häufig arten sie zu sinnlichen Vergnügungen aus, die weiterhin zu „grobem Unfug" und verwerflichen Orgien führen.

Aus den älteren heidnischen und jüdischen Religionsgebräuchen entwickelten sich später in der christlichen Kirche diejenigen Kultusteile, die man als Sakramente besonders hoch und heilig hielt. Die Wunder der Sakramente, durch deren geheimnisvolle Wirkung die Wiedergeburt und Auferstehung des Menschen bewirkt werden sollte, wurden frühzeitig zu den angesehensten Gnadenkräften der Kirche und den wichtigsten Streitfragen der Theologie; besonders seitdem Gregor der Große die Dogmen vom Fegefeuer und Meßopfer eingeführt hatte. Nach Thomas von Aquino sind die Sakramente die Kanäle, durch welche sich Gottes heilige Gnade in den sündigen Menschen ergießt. Im 12. Jahrhundert wurde ihre Zahl vom Papismus auf sieben festgestellt (Taufe, Abendmahl, Buße, Firmung, Ehe, Ordination der Geistlichen und letzte Ölung). Über dem äußerlichen Zeremonienkram der Sakramente wurde meistens ihr abergläubischer Inhalt mehr oder weniger übersehen; aber ihre heilige Autorität blieb erhalten. Der Protestantismus hat seit der Reformation nur die beiden wichtigsten Sakramente beibehalten, die von Christus selbst als Religionsstifter eingesetzt wurden, Taufe und Abendmahl.

Die christliche Taufe ist eine Fortsetzung der älteren Waschungen und Reinigungszeremonien, die schon Jahrtausende vor Christus bei vielen alten Völkern des Orients, ebenso wie bei den Griechen verbreitet waren. Der hygienische Wert der Bäder als körperliche Reinigung wurde dabei vielfach mit der Vorstellung der seelischen Wiedergeburt und der geistigen Reinigung verknüpft. Nach Luther bewirkt sie „Vergebung der Sünden, erlöst vom Tod und Teufel und gibt die ewige Seligkeit allen, die daran glauben". Schon durch Augustinus, der das folgenschwere Dogma von der „Erbsünde" begründete, wurde die Kindertaufe als notwendig zur Seelenret-

tung hingestellt und seitdem allgemein eingeführt; sie hat späterhin zu einer Fülle von abergläubischen Vorstellungen und unglücklichen Familienverhältnissen Veranlassung gegeben, sich aber trotzdem bis heute als heilige Zeremonie erhalten. Noch heute glauben Millionen frommer Christen, daß durch die Taufe die unsterbliche Seele des Kindes (— das beim Taufakte überhaupt noch kein Bewußtsein besitzt! —) gerettet, vor der Gewalt des Teufels geschützt und vom Fluche der Sünde erlöst wird. Der Evangelist Markus (16, 16) sagt: „Wer da glaubet und getauft wird, der wird selig werden; wer aber nicht glaubet, der wird verdammet."

Das zweite, von Luther beibehaltene Sakrament der christlichen Kirche, das Abendmahl, ist nach dem Wortlaut der Evangelien und nach seiner Auslegung: „der wahre Leib und Blut unseres Herrn Jesu Christi, für euch gegeben und vergossen zur Vergebung der Sünden, unter dem Brot und Wein uns Christen zu essen und zu trinken von Christo selbst zu seinem Gedächtnis eingesetzt", und zwar in der Nacht vor seinem Tode, beim letzten Mahl mit seinen Jüngern (dem Passahmahl). Christus knüpfte damit an die Passahmahlzeit der Juden an, bei welcher der Hausvater das von ihm gebrochene Brot und den Becher Wein unter gewissen Gebeten und rituellen Zeremonien an die Familienmitglieder verteilte. In diesem Passahfeste feierte ursprünglich das Volk Israel seine Befreiung aus der ägyptischen Knechtschaft und seine Erwählung zum auserlesenen Bundesvolk. Indem Christus sein Abendmahl an diesen traditionellen Ritus der Juden äußerlich anschloß, wollte er innerlich einerseits die Stiftung des neuen Bundes aus Gott (durch seinen Erlösungstod) begründen, anderseits die Feier dieser Bundesgemeinschaft durch seine Jünger untereinander als christliches Liebesmahl (Kommunion oder Agape) fortsetzen lassen. Die verschiedene Auslegung dieser Zeremonien führte später beim Abendmahl (ebenso wie bei der Taufe) zu den erbittertsten Streitigkeiten der Theologen untereinander.

Die verschiedene Auffassung des Abendmahls im Mittelalter gipfelte später noch in dem Gegensatze der beiden Reformatoren Luther und Zwingli. Der letztere, als Begründer der freieren reformierten Kirche, wollte im Abendmahl nur eine symbolische Handlung und eine gemeinsame Gedächtnisfeier Christi erblicken. Luther hingegen hielt an dem geheimnisvollen Wunder fest, das im Jahre 1215 durch das Dogma der Transsubstantiation (der Verwandlung der Elemente im Abendmahl) feierlich festgesetzt worden war. Brot und Wein sollten beim gläubigen Genusse des Abendmahls wirklich in Fleisch und Blut Christi verwandelt werden. So lehrte es noch im Jahre 1848 der Pfarrer, bei dem ich christlichen Konfirmationsunterricht erhielt und dem ich persönlich sehr ergeben war. Wir Konfirmanden sollten, wenn wir zum ersten Male an der Kommunion Teil nähmen, jene wunderbare Verwandlung wirklich sinnlich empfinden, vorausgesetzt, daß wir den „wahren Glauben" hätten. Da ich mir des letzteren aufrichtig bewußt war, erwartete ich mit größter Spannung den Eintritt jenes Wunders; ich wurde aber auf das schmerzlichste enttäuscht, als ich beim ersten Genusse des heiligen Abendmahls den bekannten Geschmack von Brot und Wein empfand, und nicht von Fleisch und Blut, wie es der „Glaube" verlangte. Ich mußte mich daher (schon als vierzehnjähriger Knabe!) für einen ganz verworfenen Sünder halten und konnte nur mit großer Mühe von meinen Eltern wegen meines „Glaubensmangels" beruhigt werden.

Sowohl beim Abendmahl wie bei der Taufe, als den beiden wichtigsten Sakramenten der christlichen Religion, ist der eigentliche Kern des Mysteriums — und zugleich der wahre Mittelpunkt der ganzen christlichen Theologie — der Begriff der Erlösung (Redemtio). Der gläubige Christ soll durch Christus (als Gottmensch, „von Ewigkeit gezeugt") mit Gott, der über die menschlichen Sünden erzürnt ist, versöhnt werden, und der grausame „Opfertod Christi"

soll das Sühnopfer für unsere Sünden sein. Christus als „Gottessohn und Menschensohn", als wahrer Erlöser (Redemtor), soll uns durch das Opfer seiner Person nicht nur „Vergebung der Sünden" verschaffen, sondern auch „Erlösung von allem Übel", von den Folgen der Sünden, von „Tod und Teufel". Als Belohnung für diesen Glauben wird dann „ewiges Leben" und ewige Seligkeit im Himmel versprochen. Über den biologischen Vorgang dieser „Erlösung" und die kausale Bedeutung des Erlösungswunders haben sich Millionen gläubiger Christen und Theologen seit 1900 Jahren den Kopf ganz umsonst zerbrochen. Wenn man diese Hauptfragen der christlichen Theologie im Lichte der „reinen Vernunft" kritisch untersucht, findet man darin ein buntes Gemisch von altjüdischen Traditionen (Messiasglauben) und von platonischer Metaphysik (Unsterblichkeitslehre), von politischen Freiheitswünschen (Befreiung des jüdischen Volkes von Fremdherrschaft) und von anthropistischem Aberglauben der verschiedensten Art.

Über die unbefangene Würdigung des Papismus oder Ultramontanismus, zu der uns die moderne historische und anthropologische Wissenschaft führt, habe ich bereits im 17. Kapitel der „Welträtsel" meine Ansicht ausgesprochen. Für jeden, der nur einigermaßen die Kulturgeschichte und die Metamorphosen der Religionen in derselben kennt, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der Papismus eine elende Karikatur des ursprünglichen reinen Christentums darstellt; während er dessen Namen und Firma beibehält, verwandelt er seine moralischen Grundsätze in ihr Gegenteil. Im Verlaufe seiner Herrschaft, vom vierten bis zum 16. Jahrhundert, hat das Papsttum zwar den großartigen Prachtbau der römisch-katholischen Hierarchie zu bewunderungswürdiger Höhe emporgehoben, aber im innersten Wesen sich immer weiter von seinem ursprünglichen christlichen Ausgangspunkt entfernt. Das Ziel der Papisten oder Ultramontanen geht noch heute,

wie vor tausend Jahren, dahin, die blindgläubige Menschheit zu beherrschen und auszubeuten. Dazu bieten die mystischen Sakramente, denen der heilige Charakter des Unzerstörbaren, Indelebile, beigelegt wurde, vortreffliche Hilfsmittel. Von der Geburt bis zum Grabe, von der Taufe bis zur letzten Ölung, bei der Firmung wie bei der Buße, soll der Gläubige daran erinnert werden, daß er nur als gehorsames und opferwilliges Kind der papistischen Kirche lebenswürdig ist; und das Sakrament der Priesterweihe oder „Ordination" soll ihn darauf hinweisen, daß nur der Priester, vermöge seiner höheren Inspiration, das geheimnisvolle Mittelglied zwischen dem Menschen und seinem Gott herstellen kann. Die vielerlei symbolischen Gebräuche, die mit diesen Sakramenten verknüpft sind, dienen dazu, sie mit dem Zauber des Geheimnisvollen zu umhüllen und der Vernunft den Zutritt zu ihrer Erklärung abzuschneiden. Das gilt namentlich auch von demjenigen Sakramente, das im praktischen Menschenleben die größte Bedeutung besitzt, von der Ehe.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, die das Familienleben als Grundlage der sozialen und staatlichen Verhältnisse im Menschenleben besitzt, ist es von hoher Wichtigkeit, die menschliche Ehe, als die geregelte Form der Fortpflanzung, vom biologischen Standpunkte aus vernunftgemäß zu betrachten. Auch hier wieder, wie bei allen soziologischen und psychologischen Fragen, muß man sich zunächst hüten, die gegenwärtigen Verhältnisse unseres modernen Kulturlebens als allgemeinen Maßstab des Urteils anzulegen; vielmehr müssen wir vor allem die niederen Vorstufen desselben vergleichend betrachten, wie sie noch heute bei den Barbaren und Wilden vorliegen. Da ergibt unbefangene Vergleichung alsbald, daß die Fortpflanzung als rein physiologischer Vorgang, dessen Zweck die Erhaltung der Art ist, beim Naturmenschen genau ebenso erfolgt, wie bei seinen nächsten Verwandten, den Menschenaffen. Ja, man kann sagen, daß viele höhere Tiere, namentlich

monogame Säugetiere und Vögel, in ihrer Ehe eine vollkommenere Stufe der Seelentätigkeit erreicht haben als die niederen Wilden; die zarten seelischen Beziehungen beider Geschlechter zueinander, die gemeinsame Brutpflege der von ihnen erzeugten Jungen und das Familienleben überhaupt, haben hier zur Entwicklung höherer sexueller und familiärer Instinkte geführt, denen man geradezu einen moralischen Charakter beilegen kann. Wilhelm Bölsche hat in seinem geistreichen Buche über „das Liebesleben in der Natur" (1900) dargelegt, wie in dem Tierreiche eine lange Reihe der merkwürdigsten Sitten in Verbindung mit der Anpassung an die verschiedenen Formen der Fortpflanzung sich entwickelt hat. Westermark hat in seiner „Geschichte der menschlichen Ehe" (1893) gezeigt, wie langsam und allmählich die rohen tierischen Formen der Ehe bei den Naturvölkern sich zu den feineren und vollkommeneren Formen bei den Kulturvölkern emporgehoben haben. Je mehr sich der sinnliche Genuß der Geschlechtslust bei der Begattung mit den feineren psychologischen Gefühlen der Sympathie und der seelischen Zuneigung verband, desto mehr gewann letztere das Übergewicht über den ersteren und desto mehr wurde die verfeinerte Liebe zur ergiebigsten Quelle der höchsten seelischen Leistungen, besonders in der bildenden Kunst, Tonkunst und Poesie. Nichtsdestoweniger blieb auch beim höchstentwickelten Kulturmenschen die Ehe selbst ein physiologischer Akt, ein „Lebenswunder", dessen tiefste Grundlage der allgemeine organische Geschlechtstrieb ist. Da die Eheschließung einen der wichtigsten Abschnitte im Menschenleben darstellt, haben schon viele niedere Naturvölker dieselbe mit symbolischen Zeremonien und feierlichen Gebräuchen umgeben. Die mannigfaltigen Formen der Hochzeitsfeier legen Zeugnis dafür ab, wie sehr gerade dieser bedeutungsvolle Akt die Phantasie des Menschen mit Recht beschäftigt. Die Priester haben schon frühzeitig diese hohe Bedeutung der Eheschließung erkannt, dieselbe mit

kirchlichen Zeremonien aller Art ausgeschmückt und zugleich zum Nutzen ihrer Kirche verwertet. Indem die katholische Kirche sogar die Ehe zu einem Sakrament erhob und ihr den Character indelebilis beilegte, erklärte sie die nach kirchlichem Ritus vollzogene Ehe für unauflöslich. Dieser unheilvolle Einfluß des Papismus, die Abhängigkeit der Eheschließung von kirchlichen Mysterien und Zeremonien, die Erschwerung der Ehescheidung usw., dauert noch bis heute fort. Erst neuerdings hat der Deutsche Reichstag, unter der Herrschaft des ultramontanen Zentrums stehend, in das neue Bürgerliche Gesetzbuch Beschlüsse eingefügt, durch welche die Ehescheidung erschwert, statt erleichtert wird. Im Gegensatz dazu fordert die reine Vernunft die Ablösung der Eheschließung vom Zwange der Kirchengewalt. Sie verlangt, daß die Ehe auf gegenseitige Liebe, Achtung und Hingebung begründet, zugleich aber als ein sozialer Bündnisvertrag aufgefaßt und rechtlich als Zivilehe durch gesetzliche Vorschriften geschützt werde. Wenn aber beide Gatten (wie es so oft geschieht) nachträglich einsehen, daß sie sich in ihrem Charakter gegenseitig geirrt haben, und daß sie nicht zueinander passen, so soll es ihnen ohne weiteres freistehen, ihren unglücklichen Bund zu lösen. Der gegenwärtig noch herrschende Zwang, durch den die Ehe als Sakrament hingestellt und durch den unglückliche Ehen um jeden Preis aufrechterhalten werden, dient nur dazu, unsittliche Geschlechtsbeziehungen und Verbrechen zu fördern.

Ebenso wie in der Ehe und im Familienleben, so begegnen wir auch in vielen anderen sozialen Verhältnissen der Gegenwart dem Widerspruch zwischen den naturgemäßen Ansprüchen der reinen Vernunft und den traditionellen Sitten, welche die moderne Kultur als Erbstücke von den niedriger stehenden Zivilvölkern, zum Teil noch von den älteren Barbaren und Wilden übernommen hat. Im öffentlichen Leben der Staaten und Volksgemeinden ist dieser Widerspruch noch viel auffallender als im privaten

Leben der Familie und der einzelnen Menschen. Während im letzteren die milden Lehren der christlichen Religion, Sympathie und Nächstenliebe, Duldung und Aufopferung, vielfach sich vorteilhaft geltend machen, ist im gegenseitigen Verkehr der Völker und Staaten davon gar keine Rede; hier herrscht der reine Egoismus. Jede Nation sucht mit List oder Gewalt die andere zu übervorteilen und womöglich zu beherrschen; und will sie sich nicht fügen, so wird die rohe Gewalt des Krieges angewendet. Soziales Elend aller Art breitet sich immer weiter aus, je höher die verfeinerte Kultur in einzelnen Richtungen sich entwickelt. Alexander Sutherland hat recht, wenn er „die leitenden Nationen Europas und ihre Abkömmlinge" (in den Vereinigten Staaten von Amerika) als niedere Kulturvölker charakterisiert. Zum Teil sind wir noch Barbaren!

Wie weit die Masse der heutigen Kulturnationen noch von dem Idealzustand der höheren Kultur und von der Herrschaft der reinen Vernunft entfernt ist, lehrt ein unbefangener Blick auf die sozialen, rechtlichen und kirchlichen Zustände der „leitenden Nationen von Europa", ebenso der Germanen (Deutsche und Briten), wie der Romanen (Franzosen und Italiener). Man braucht bloß die täglichen Zeitungsberichte über ihre Parlaments- und Gerichtsverhandlungen, Regierungsakte und Gesellschaftsbeziehungen unbefangen zu vergleichen, um sich zu überzeugen, daß allenthalben die Macht der Tradition und der Mode die berechtigten und naturgemäßen Ansprüche der reinen Vernunft zurückdrängt. Äußerlich zeigt sich das am deutlichsten im Zwange der Mode, wie sie die Form, Farbe und sonstige Beschaffenheit der Kleidung bestimmt. Nicht umsonst beklagt man sich beständig über die Tyrannei der Mode; mag eine neue Form der Kleidung noch so unpraktisch und widersinnig, häßlich und kostspielig sein, sie breitet sich aus, wenn irgendeine Autorität sie begünstigt oder ein gewinnsüchtiger Fabrikant durch betörende Reklamen ihr Anerkennung und Nachfolge verschafft.

Wir erinnern nur an die berüchtigte Krinoline der Damen vor 50 Jahren und das noch schlimmere „Sattelkissen" vor 20 Jahren, an die tiefgehende, auf sexuelle Reizung zielende Entblößung des Rückens und der Brust der Frauen, die noch vor 40 Jahren als „feine Sitte" galt. Eine der schlimmsten Moden besteht seit Jahrhunderten in dem „engen Korsett", einem Kleidungsstück, das ebenso abscheulich vom ästhetischen als gesundheitsgefährlich vom hygienischen Standpunkt erwiesen ist; Tausende von Frauen fallen dieser ehrwürdigen „Sitte" alljährlich zum Opfer, erkranken an Schnürleber und sterben an Lungenaffektionen. Trotzdem erhält sich der Wahn von der Schönheit der Sanduhrform des weiblichen Körpers fort, und die zweckmäßige Reformkleidung dringt nur langsam vor. Ebenso wie mit diesen mächtigen Gewohnheiten in der Kleidung, verhält es sich mit unzähligen Moden im Haushalte, Sitten in der Gesellschaft, Geboten im Verkehr und Gesetzen im Staate. Überall können die naturgemäßen Ansprüche der reinen Vernunft nur langsam und allmählich die geheiligten Sitten (— besser Unsitten —) der Tradition verdrängen.

Ebenso wie der falsche „Anstand" in der Kleidung äußerlich, so beherrscht das falsche Ehrgefühl im sozialen Leben innerlich die „Sitten" unserer vielgerühmten Kulturwelt. Die wahre Ehre des Mannes, ebenso wie der Frau, besteht in der inneren moralischen Würde des Menschen, darin, daß er dasjenige will und tut, was er nach bester Überzeugung als das Gute und Rechte erkannt hat; — nicht aber in der äußeren Anerkennung seiner lieben Mitmenschen, oder in dem wertlosen Lobe, das ihm die konventionelle Gesellschaft zollt. Leider müssen wir eingestehen, daß wir in dieser Beziehung noch vielfach von den törichten Vorurteilen der niederen Zivilvölker oder selbst der rohen Barbaren befangen sind. Das zeigen z. B. deutlich die falschen Ehrbegriffe, die in unserer „gebildeten Gesellschaft" herrschen. Wenn ein Offizier oder Korpsstudent durch irgendeine un-

besonnene Handlung oder ein kränkendes Wort beleidigt wird, ist er verpflichtet, diese „Beleidigung" durch das Blut seines Gegners abzuwaschen, auch wenn derselbe gar keine schlimme Absicht dabei hatte. So erhält sich in Deutschland (— das in dieser Beziehung hinter anderen Kulturländern zurücksteht —) die barbarische Unsitte des Duells fort; sie wird von vielen Fürsten und einflußreichen Beamten begünstigt, trotzdem sie in ausdrücklichem Widerspruch zum Staatsgesetze steht. Die Pflege des verderblichen Mensurenwesens auf unseren Universitäten, das zugleich zu Zeitvergeudung und Unfug aller Art führt, befördert die Neigung zu der mittelalterlichen Unsitte des Zweikampfs. Vergeblich wird immer wieder von der reinen Vernunft geltend gemacht, daß das Duell aus vielen Gründen verwerflich ist; als „Gottes Urteil" ist es nur durch rohen Aberglauben zu rechtfertigen; der Zufall gibt aber oft dem Unschuldigen den Tod und läßt den Schuldigen triumphieren. Vergeblich sucht die Vernunft zu begreifen, wie die Beleidigung dadurch gesühnt werden soll, daß ein Gegner den anderen tötet oder schwer verwundet. Als roher Akt der Rache widerspricht der Zweikampf außerdem den höheren Rechtsbegriffen ebenso wie den milden Lehren der christlichen Bruderliebe. Das Glück ganzer Familien wird durch einen Pistolenschuß oder Degenstich zerstört, den der blinde Zufall tötlich macht. Und trotzdem verlangt die despotische „Sitte" diesen gesetzwidrigen Totschlag. Wird der Mörder dann zu einigen Monaten milder Festungsstrafe verurteilt, so folgt gewöhnlich bald die Begnadigung durch den Fürsten, dessen irrtümlicher Ehrbegriff das Duell billigt und schützt.

Wie in den falschen Begriffen von Ehre und Anstand, so zeigte sich auch noch in vielen anderen Verhältnissen der modernen Kulturwelt die ungeheure Macht der sozialen Gewohnheiten: viele sogenannte ehrwürdige Gebräuche und „feine Sitten" sind nur wenig modifizierte Überreste der barbarischen Urzeit; viele hochgehaltene Sitten sind, im Lichte der

reinen Vernunft betrachtet, schädliche Unsitten. Da auch diese unter den Begriff der „Anpassung" fallen, da ferner eine und dieselbe Gewohnheit zu einer Zeit als nützlich, gut und passend, zur anderen Zeit als schädlich, böse und unpassend beurteilt wird, zeigt sich hier wiederum, daß es nicht möglich ist, den Begriff der „Anpassung" auf nützliche Abänderungen zu beschränken. Dasselbe gilt auch von den wechselnden Normen der Erziehung, des Unterrichts, des Verkehrs, der Gesetzgebung usw. Das ideale Ziel bleibt auf allen diesen Gebieten die Herrschaft der „reinen Vernunft"; aber nur langsam und allmählich vermag sie die herrschenden Vorurteile und Sitten zu überwinden, die durch den Aberglauben des Kirchenregiments und durch die konservativen Tendenzen der Regierungen ihren mächtigen Schutz erhalten. Im Deutschen Reiche tritt das besonders seit dem letzten Dezennium des 19. Jahrhunderts hervor, wo mit dem steigenden Wohlstande der äußere Glanz und Prunk immer höher geschätzt wird; in Festreden, Festmahlen, Paraden wird das Hauptgewicht auf glänzende und eitle Äußerlichkeiten gelegt, der innere Wert dagegen gering geachtet. Millionen werden für wechselnden Uniformschmuck vergeudet, der für die Wehrhaftigkeit des Volkes wertlos ist. Unter diesen byzantinischen Unsitten, die sich mit dem Mantel der „Gottesfurcht" schmücken, blüht der „praktische Materialismus", während gleichzeitig der reine Monismus als „theoretischer Materialismus" verabscheut wird.

Wenn wir kurz alles zusammenfassen, was uns die moderne monistische Wissenschaft über Ursprung und Entwicklung der menschlichen Sitten gelehrt hat, so ergibt sich ungefähr folgende phyletische Stufenleiter: 1. Durch Anpassung an verschiedene Existenzbedingungen erleidet das einfache Plasma der ältesten Organismen, der archigonen Moneren, gewisse Veränderungen. 2. Indem das lebendige Plasma gegen diese Einflüsse reagiert, und indem diese Reaktion sich öfter wiederholt, wird sie zur Gewohnheit

(— wie bei der Katalyse von gewissen anorganischen chemischen Prozessen —). 3. Diese Gewohnheit wird erblich, indem bei den Einzelligen die gewohnten Eindrücke im Zellkern (Karyoplasma) fixiert werden. 4. Indem diese erbliche Übertragung durch viele Generationen andauert und durch kumulative Anpassung sich verstärkt, wird sie zum Instinkt. 5. Schon in den Coenobien der Protisten (den „Zellvereinen der geselligen Protophyten und Protozoen") entstehen durch Zellenassozion „soziale Instinkte". 6. Der Gegensatz von individuellem und sozialem Erhaltungstriebe, von Egoismus und Altruismus, entwickelt sich im Tierreich um so mehr, je höher die Seelentätigkeit und das soziale Leben sich ausbildet. 7. Bei den höheren sozialen Tieren entstehen so bestimmte Sitten, und diese werden zu Rechten und Pflichten, wenn deren Befolgung von der Gesellschaft (Herde, Schar, Volk) gefordert, ihre Nichtbefolgung bestraft wird. 8. Die wilden Naturvölker, die auf der tiefsten Stufe noch keine Religion besitzen, verhalten sich in bezug auf ihre Sitten nicht verschieden von höheren sozialen Tieren. 9. Die höheren Naturvölker gewinnen religiöse Vorstellungen, verbinden ihre abergläubischen Gebräuche (Fetischismus, Animismus) mit ethischen Prinzipien und verwandeln die empirischen Sittengesetze in religiöse Gebote. 10. Bei den Barbaren und noch mehr bei den Zivilvölkern entstehen durch Assozion jener ererbten religiösen, moralischen und Rechtsbegriffe bestimmtere Sittengesetze. 11. Bei den höheren Zivilvölkern und bei den niederen Kulturvölkern faßt die Kirche die religiösen Gebote, die Rechtslehre die juristischen Gesetze in immer bestimmtere bindende Formen; die aufsteigende Vernunft bleibt jedoch vielfach der Autorität von Kirche und Staat unterworfen. 12. Bei den höheren Kulturvölkern gewinnt die reine Vernunft immer mehr Einfluß auf das praktische Leben und drängt die Autorität der Tradition zurück; auf Grund biologischer Erkenntnis entwickelt sich eine naturgemäße Sittenlehre, eine monistische Ethik.

Neunzehntes Kapitel

DUALISMUS

Körperwelt und Geisterwelt. Realismus und Idealismus. Goethe und Schiller. Anti-Kant. Trinität der Substanz.

Die Geschichte der Philosophie lehrt uns, wie der denkende Menschengeist schon seit mehr als zwei Jahrtausenden auf sehr verschiedenen Wegen nach der Erkenntnis der Wahrheit gestrebt hat. So mannigfaltigen Ausdruck aber auch die Ergebnisse dieser Denkarbeit in den Systemen der zahlreichen Philosophen gefunden haben, so können wir doch von einem höheren allgemeinen Gesichtspunkte aus alle verschiedenen Systeme in zwei entgegengesetzte Reihen bringen: den Monismus als Einheitsphilosophie und den Dualismus als zweiheitliche Weltanschauung; hervorragende und typische Vertreter des Monismus sind Lucretius und Spinoza; führende Häupter des Dualismus sind Plato und Descartes. Außer den konsequenten Denkern beider Richtungen gibt es aber noch zahlreiche Philosophen; die zwischen beiden hin und her schwanken oder die in verschiedenen Perioden ihres Lebens entgegengesetzte Anschauungen vertreten haben. Diese Widersprüche selbst stellen dann wieder einen persönlichen Dualismus der Überzeugung des betreffenden Denkers dar. Das interessanteste Beispiel dafür liefert Immanuel Kant; da sein System der kritischen Philosophie noch gegenwärtig den größten Einfluß besitzt, und da ich bei den wichtigsten Fragen der Welträtsel und der Lebenswunder genötigt war, meine monistischen Überzeugungen den dualistischen Anschauungen von

Kant gegenüber zu stellen, erscheint es zweckmäßig, diesen Gegensatz hier nochmals zu beleuchten und zu motivieren. Ich halte mich um so mehr dazu verpflichtet, als eine der scharfsinnigsten von den zahlreichen Gegenschriften, die meine „Welträtsel" hervorgerufen haben, diejenige des Metaphysikers Erich Adickes in Kiel, den bezeichnenden Titel führt: „Kant contra Haeckel; Erkenntnistheorie gegen naturwissenschaftlichen Dogmatismus" (Berlin, 1901).

Gegenüber Adickes und anderen Verteidigern des Kantischen Dualismus sei auf den schroffen Gegensatz hingewiesen, in welchem „die großartigen Entwicklungsgedanken des monistischen Naturphilosophen Kant zu den mystischen Lehren stehen, welche später der dualistische Metaphysiker Kant zur Grundlage seiner ganzen Erkenntnistheorie machte, und welche heute wieder in höchstem Ansehen stehen. Man muß eben bei jeder Betrachtung seiner Lehren zuerst fragen: Welcher Kant ist gemeint? Kant Nr. I, der Begründer der monistischen Kosmogenie, der kritische Ergründer der reinen Vernunft? — oder Kant Nr. II, der Verfasser der dualistischen Kritik der Urteilskraft, der dogmatische Erfinder der praktischen Vernunft? Kant Nr. I behauptete „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newtonschen Grundsätzen", und stellte den Satz auf, daß der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung aller Erscheinungen einschließe; Kant Nr. II dagegen vertrat die notwendige Unterordnung des Prinzips des Mechanismus unter das teleologische, in Erklärung eines Dinges als Naturzweck. Kant I, der kritische Naturphilosoph, wies überzeugend nach, daß die drei Zentraldogmen der Metaphysik: Gott, Freiheit und Unsterblichkeit, für die reine Vernunft unzugänglich und unbeweisbar seien. Kant II dagegen, der dogmatische Glaubensheld, behauptete, daß diese drei mystischen Phantasiegebilde unentbehrliche Postulate der praktischen Vernunft seien. Dieser durchgreifende Gegensatz zwischen zwei unversöhnlichen Prinzipien, zwischen der

theoretischen reinen Erkenntnis und den praktischen Glaubenssätzen, zieht sich durch die ganze lange Gedankenarbeit Kants von Anfang bis zu Ende durch und ist nie zum Ausgleich gelangt." Daß dieser Gegensatz insbesondere für die Stellung von Kant zur Entwicklungslehre die größte Bedeutung besitzt, hatte ich schon in der ersten Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" gezeigt (1868, Vortrag V).

Übrigens sind die fundamentalen Widersprüche in den beiden Weltanschauungen von Kant schon oft erörtert und von allen unbefangenen Kritikern seines transszendentalen Idealismus anerkannt worden; in neuester Zeit hat sie namentlich Paul Rée in seiner kritischen „Philosophie" (1903) sehr scharf beleuchtet. Er sagt darüber: „Man ist bei Kant wie auf dem Jahrmarkt; da ist alles zu haben: Willensunfreiheit und Willensfreiheit; Idealismus und Widerlegung des Idealismus, Atheismus und der liebe Gott. — Wie der Taschenspieler aus dem leeren Hut, so zieht Kant aus dem Pflichtbegriff zum Erstaunen des Lesers Gott, Freiheit, Unsterblichkeit hervor. Freilich wagen sich diese mit der Unredlichkeit gezeugten Bastarde der Kantschen Philosophie nicht so ganz an das Licht des Tages; sie schämen sich ihrer Existenz, zumal alle drei nicht recht wissen, ob sie denn nun existieren oder nicht. Aber sie müssen existieren, weil sie Gott und Menschen, besonders obrigkeitlichen, wohlgefällige Wesen sind. — Kant war ehrlich im Leben, unklar und unehrlich in der Philosophie."

Ein so scharfer und umfassender Denker, wie Kant, war sich natürlich jenes inneren durchgreifenden Widerspruches seiner dualistischen Weltanschauung wohl bewußt. Er versuchte denselben durch seine Lehre von den Antinomien zu lösen; er behauptete, daß die theoretische reine Vernunft mit sich selbst in Widerspruch gerate, wenn sie es versuche, die Gesamtheit der Naturerscheinungen als Totalität, als ein in sich abgeschlossenes Ganzes zu

denken. Bei jedem konsequenten Ansatze zu einer einheitlichen und vollständigen Weltanschauung sollten sich solche unlösbare Antinomien ergeben, innerlich sich widersprechende Sätze, die sich mit gleich guten Vernunftgründen beweisen lassen. So z. B. behauptet die Physik und Chemie, daß die Materie aus Atomen, als letzten einfachen Teilchen, bestehen müsse; die Logik hingegen, daß die Materie ins Unendliche teilbar sei. Nach der einen Ansicht sind Zeit und Raum unendlich, ohne Grenze, nach der anderen endlich und begrenzt. Kant versuchte nun diese Widersprüche durch seinen transszendentalen Idealismus zu lösen, durch die Annahme, daß die Dinge und ihr Zusammenhang überhaupt nur in unserer Vorstellung existieren, nicht an und für sich bestehen. So gelangte er zu der falschen Erkenntnistheorie, die man als „Kritizismus" verherrlicht, während sie in der Tat nur eine neue Form des Dogmatismus ist. Die Antinomien werden durch dieselbe gar nicht erklärt, sondern nur beiseite geschoben; auch war die Behauptung vollkommen irrtümlich, daß sich Thesen und Antithesen gleich gut beweisen ließen.

Das berühmte Jugendwerk von Kant, die „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" (1755) war in seinen kühnen Grundgedanken rein monistisch; denn es enthielt den großartigen Versuch, „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newtonschen Grundsätzen zu erklären." Seine strenge mathematische Begründung erhielt dieser Versuch erst 40 Jahre später durch den großen französischen Mathematiker Laplace in seiner „Exposition du système du monde" (1796). Dieser furchtlose und monistische Denker war konsequenter Atheist und erklärte dem großen Napoleon I., daß für „Gott" in seiner „Mécanique céleste" (1799) kein Platz übrig sei. Kant hingegen fand später, daß sich für das Dasein Gottes zwar keinerlei vernünftige Beweise finden lassen, daß man aber aus moralischen Gründen an dasselbe

glauben müsse. Dasselbe behauptete er auch von der Unsterblichkeit der Seele und von der Freiheit des Willens. Zur Aufnahme dieser drei Glaubensobjekte konstruierte er sodann eine besondere intelligible Welt; das „moralische Bewußtsein" solle uns zwingen, an die Existenz dieser „übersinnlichen Welt" zu glauben, obwohl unsere reine theoretische Vernunft völlig unfähig sei, sich davon irgend eine anschauliche Vorstellung zu machen. Der kategorische Imperativ (dessen Unhaltbarkeit wir schon im 18. Kapitel dargetan haben), solle unser moralisches Bewußtsein, die Unterscheidung von „Gut und Böse", unbedingt bestimmen. Im weiteren Ausbau seiner ethischen Metaphysik erklärte sodann Kant ausdrücklich, daß der praktischen Vernunft der Vorrang (oder der Primat) vor der theoretischen gebühre —, mit anderen Worten, daß das Glauben über dem Wissen stehe. Damit war denn jeder mystischen Theologie, jedem unvernünftigen Glauben der Eintritt in die Weltanschauung und der unbedingte Vorrang vor aller vernünftigen Naturerkenntnis gesichert.

Die ältere griechische Naturphilosophie hatte in bewunderungswürdiger Klarheit rein monistisch gedacht; Anaximander und sein Schüler Anaximenes (im 6. Jahrhundert v. Chr.) hatten die Welt im Sinne unseres heutigen Hylozoismus durchaus einheitlich aufgefaßt. Erst 200 Jahre später bildete Platon die dualistische Idee von zwei verschiedenen Welten wissenschaftlich aus. Die Körperwelt ist real, unserer sinnlichen Erfahrung zugänglich, stoffliche Erscheinung, veränderlich und vergänglich; ihr steht gegenüber die Geisterwelt oder Ideenwelt, nur dem Denken zugänglich, übersinnlich, ideal, zugleich unvergänglich und unwandelbar. Die körperlichen Dinge, als Objekte der Physik, sind nur vergängliche, stoffliche Abbilder der ewigen Ideen, der wahren „Urbilder der Dinge"; diese letzteren sind der Erfahrung unzugänglich, Objekte der Metaphysik. Auch der Mensch, als das vollkommenste aller Dinge, gehört diesen zwei ver-

schiedenen Welten an; sein stofflicher Körper ist sterblich und vergänglich, der Kerker der unsterblichen, unsichtbaren Seele. Die ewigen Ideen halten sich nur zeitweilig in der Körperwelt, im irdischen Diesseits auf; sie wohnen aber sonst ständig im Jenseits, in der unsichtbaren Geisterwelt, wo die höchste Idee (als „Gott" oder Idee des Guten) in vollendeter Einheit alles beherrscht. Die menschliche Seele, mit freiem Willen begabt, hat die Pflicht, durch Ausbildung ihrer drei sittlichen Grundvermögen: Denken, Mut und Begierde, die drei Kardinaltugenden zu entwickeln: Weisheit, Tapferkeit und Besonnenheit. Diese Grundprinzipien des Platon, die sein Schüler Aristoteles systematisch weiter ausbildete, fanden um so mehr allgemeine Anerkennung in weitesten Kreisen, als sie vortrefflich mit den religiösen, 400 Jahre später auftretenden Grundlehren des Christentums sich verbinden ließen. Die große Mehrzahl der nachfolgenden philosophischen und religiösen Systeme bewegt sich in denselben dualistischen Bahnen. Auch die Metaphysik von Kant ist nur eine neue Form derselben; nur wird ihr dogmatischer Charakter hier dadurch verhüllt, daß ihm das blendende Aushängeschild des kritischen vorgebunden wird.

Die erstaunlichen Fortschritte der Naturerkenntnis im 19. Jahrhundert haben uns unermeßliche Gebiete der realen Welt eröffnet, deren Erscheinungen unserer sinnlichen Beobachtung und dem Verständnis unseres Phronema zugänglich sind; sie haben uns aber nicht eine einzige Tatsache kennen gelehrt, die auf die Existenz einer immateriellen Welt hindeutet. Vielmehr hat sich mehr und mehr herausgestellt, daß das sogenannte „Jenseits" — die Ideenwelt von Platon, die intelligible Welt von Kant — ein reines Phantasiegebilde ist und nur als Gegenstand der Dichtung Wert besitzt. Insbesondere hat die Physik und Chemie mit Sicherheit ergeben, daß alle der Beobachtung zugänglichen Erscheinungen auf physikalischen und chemischen Gesetzen beruhen, daß alle auf das einheitliche, allgemein gültige Substanz-

gesetz zurückzuführen sind. Die Anthropogenie hat uns überzeugt, daß der Mensch erst in später Tertiärzeit aus einer Reihe von Säugetierahnen sich entwickelt hat; die vergleichende Anatomie und Physiologie hat bewiesen, daß seine „Seele" eine Funktion des Gehirns, sein Wille nicht frei, sein „Geist" die Tätigkeit des Phronema in der Großhirnrinde ist; die physiologische Funktion dieser Seele ist an ihr Organ gebunden, sie geht mit diesem im Tode zugrunde und kann ebensowenig „unsterblich" sein, als die Seele der übrigen Mammalien. Endlich hat die moderne Kosmologie und Kosmogenie ergeben, daß von einer Existenz und Wirksamkeit eines persönlichen, außerweltlichen Gottes nirgends eine Spur zu finden ist. Alles, was unserer wissenschaftlichen Erkenntnis zugänglich ist, bildet einen Teil der Körperwelt, des Mundus sensibilis.

In seinen metaphysischen Betrachtungen über den Mundus intelligibilis, die übersinnliche Welt, legt Kant besonderen Nachdruck darauf, daß sie uns nicht durch die Erfahrung, sondern bloß durch den Glauben zugänglich ist. Unser „moralisches Bewußtsein" soll uns von ihrer Existenz überzeugen, uns aber nicht gestatten, irgendeine sinnliche Anschauung davon zu bilden oder nur eine begriffliche Vorstellung davon zu machen. Die drei großen „Zentralmysterien der Metaphysik", der persönliche Gott, die unsterbliche Seele und der freie Wille, sind demnach leere Begriffe ohne Inhalt und Umfang (— eigentlich unklare „Träume eines Geistersehers" —!). Da jedoch mit diesen leeren Worten Nichts anzufangen ist, haben die meisten Nachfolger und Anhänger von Kant sich bemüht, jenen drei Zentralbegriffen irgendeinen positiven Inhalt und Umfang zu geben, meistens im Anschluß an die traditionellen Sagen und religiösen Dogmen. Nicht allein die orthodoxen Kantianer, sondern selbst so kritische Naturphilosophen wie Schleiden, haben mit Bestimmtheit die dogmatische Behauptung vertreten, daß Kant und seine Schüler die drei transszendenten Ideen

„Seele, Freiheit, Gott" ebenso sicher festgestellt haben, wie Keppler, Newton und Laplace „die Gesetze des Sternenlaufes"; irrtümlich glaubte Schleiden, durch diese dogmatische Wendung den „Materialismus der neueren Deutschen Naturwissenschaft" widerlegt zu haben. Dem gegenüber hat schon Lange in seiner trefflichen „Geschichte des Materialismus" darauf hingewiesen, daß ein solcher Dogmatismus dem Geiste der reinen Vernunftkritik völlig fremd sei, und daß Kant jene drei Ideen als gänzlich unfaßbar für positive wie negative Beweise ganz in das Gebiet der praktischen Philosophie verwies. Lange sagt aber weiterhin: „Kant wollte nicht einsehen, was schon Platon nicht einsehen wollte, daß die intelligible Welt eine Dichtung ist, und daß gerade hierauf ihr Wert und ihre Würde beruht". Wenn aber diese Gebilde der dichtenden Phantasie reine „Glaubensdichtungen" sind, wenn wir uns keinerlei positive oder negative Vorstellung davon machen dürfen, dann fragen wir: Was hat denn überhaupt diese eingebildete Geisterwelt mit der Erkenntnis der Wahrheit zu tun?

Indem wir bei dieser Gelegenheit die Grenze von Wahrheit und Dichtung streifen, müssen wir zugleich die Bedeutung beider Vorstellungskreise für die Bildung einer bestimmten Weltanschauung erörtern. Unzweifelhaft ist unser menschliches Wissen beschränkt; unserer Erkenntnis der Wahrheit sind bestimmte Grenzen gesteckt durch die angeborene (— von einer Reihe Primatenahnen ererbte! —) Organisation unseres Gehirns und unserer Sinnesorgane. Kant hat also in seiner kritischen Erkenntnistheorie insoweit recht, als wir immer nur die Erscheinung der Dinge erkennen können, nicht ihr innerstes unbekanntes Wesen, das er als „Ding an sich" bezeichnet. Er hat aber Unrecht und führt unsere Naturerkenntnis irre, wenn er deshalb die Realität der Außenwelt in Zweifel zieht und behauptet, daß sie nur in unseren Vorstellungen existiere! — mit anderen Worten, daß „das Leben ein Traum sei". Dar-

aus, daß wir mit Hilfe unserer Sinne und unseres Phronema nur einen Teil der Eigenschaften der Dinge (mehr oder weniger unvollkommen) erkennen, folgt doch nicht, daß wir ihre Existenz in Raum und Zeit anzweifeln dürfen; diese sind vielmehr für uns unentbehrliche „Formen der Anschauung". Das Kausalitätsbedürfnis unserer Vernunft treibt uns aber, die Lücken unserer empirischen Kenntnisse mittelst unserer Einbildungskraft zu ergänzen und so eine annähernde Vorstellung vom Ganzen zu gewinnen. Man kann diese Tätigkeit der Phantasie als Dichtung im weiteren Sinne bezeichnen, als Hypothese im Gebiete wissenschaftlicher Erkenntnis, als Glaube im Gebiete der Religion. Allein diese Produkte der Phantasie müssen immer eine konkrete Form annehmen, d. h. als Vorstellung (Dokese) erscheinen. Tatsächlich begnügt sich daher die Dichtung, welche die Idealwelt konstruiert, niemals mit der bloßen Annahme ihrer Existenz (wie Kant will!), sondern bildet sich darüber irgendwelche „Vorstellungen". Diese „Gestalten des Glaubens", wie sie Swoboda vortrefflich in ihrer unendlichen Mannigfaltigkeit zusammengestellt hat, sind aber für die Weltanschauung theoretisch nur dann von Wert, wenn sie den wissenschaftlich gewonnenen Erkenntnissen nicht widersprechen (— also zulässige, wenn auch provisorische Hypothesen! —); im anderen Falle sind sie für die Erkenntnis der Wahrheit wertlos, wenn auch praktisch — in ethischer Beziehung — nützlich. Wir erkennen also gern den hohen ethischen und besonders pädagogischen Wert der Dichtung, der Sage und des Mythus an, können ihr aber bei unserem Forschen nach Wahrheit unmöglich den Vorrang vor der empirischen Erkenntnis einräumen. Ich stimme persönlich ganz der trefflichen Kritik von Kants Anschauung bei, die Albert Lange in seiner „Geschichte des Materialismus" gibt; aber ich kann ihm nicht weiter folgen, wenn er dabei seinen Idealismus aus dem praktischen Vernunftgebiete auf das theoretische überträgt, und die daraus abge-

leitete irrige Erkenntnistheorie gegen den Monismus und Realismus verwertet. Richtig ist es, wenn Lange sagt: „Es fehlte Kant nicht an Sinn für diese Auffassung der intelligiblen Welt (als Welt der Dichtung); aber sein ganzer Bildungsgang und die Zeit, in welcher sein geistiges Leben wurzelt, verhinderten ihn hier, zum vollen Durchbruch zu kommen. Wie es ihm versagt war, für den gewaltigen Bau seiner Gedanken eine edle, von mittelalterlicher Verschnörkelung freie Form zu finden, so kam auch seine positive Philosophie nicht zu voller und freier Entfaltung. Seine Philosophie steht aber mit einem Janusantlitz auf der Grenze zweier Zeitalter. — Er selbst ist, trotz aller Fehler seiner Deduktionen, ein solcher Lehrer im Ideal geworden; vor allen hat Schiller mit divinatorischer Geisteskraft das Innerste seiner Lehren erfaßt und sie von ihren scholastischen Schlacken gereinigt. — Kant glaubt, die „intelligible Welt" dürfe man nur denken, nicht erschauen; aber was er darüber denkt, soll „objektive Realität" haben. — Schiller hat mit Recht die intelligible Welt anschaulich gemacht, indem er sie als Dichter behandelte, und damit ist er in die Fußtapfen Platos getreten, der im Widerspruch mit seiner eigenen Dialektik das Höchste schuf, wenn er im Mythus das Übersinnliche sinnlich werden ließ. Schiller, der „Dichter der Freiheit", durfte es wagen, die Freiheit offen in das „Reich der Träume" und in das „Reich der Schatten" zu versetzen; denn unter seiner Hand erhoben sich die Träume und Schatten zum Ideal." — Bei der hohen Bedeutung, die der Idealismus in Schillers Dichtungen für die weite Geltung von Kants praktischer Moralphilosophie erlangt hat, wollen wir hier noch einen Seitenblick auf seine idealistische Weltanschauung, verglichen mit der realistischen von Goethe, werfen.

Der fundamentale Gegensatz in der Weltanschauung der beiden größten Dichter unserer klassischen deutschen Literaturperiode ist tief in ihrer Natur begründet; das ist so oft und eingehend gezeigt worden, und zugleich ist auch die glückliche Ergänzung

dieser beiden gewaltigen Geisteshelden so oft hervorgehoben, daß wir hier nur kurz daran zu erinnern brauchen. Was Goethe betrifft, so habe ich schon 1866 (in der „Generellen Morphologie") mich bemüht, seine historische Bedeutung für unsere moderne Entwicklungslehre und den darauf gegründeten Monismus darzulegen. Dieser größte deutsche Genius fand trotz seiner bewunderungswürdigen Vielseitigkeit noch Zeit, nicht allein kostbare Jahre dem morphologischen Studium der Organismen zu widmen, sondern auch auf dieser empirischen Basis umfassende biologische Theorien zu begründen; seine Metamorphose der Pflanze und seine Wirbeltheorie des Schädels berechtigen uns, ihn als einen der ersten und bedeutendsten Vorläufer Darwins zu bewundern. Als ich diese Beziehungen im 4. Vortrage der „Natürl. Schöpfungsgeschichte" auseinandersetzte, wies ich zugleich auf die tiefe Bedeutung hin, die jene morphologischen Studien, in Verknüpfung mit der Entwicklungsidee, für die realistische Weltanschauung von Goethe besaßen; sie führten ihn direkt zum Monismus und zu der Bewunderung von Spinozas monistischem Pantheismus. Schiller hatte für diese Studien weder tieferes Interesse, noch klares Verständnis. Seine idealistische Philosophie führte ihn vielmehr zur eingehenden Beschäftigung mit Kants dualistischer Metaphysik und zur Anerkennung ihrer drei Zentralmysterien: Gott, Seele und Freiheit. Sowohl Schiller als Goethe besaßen gründliche Kenntnisse in Anthropologie und Psychologie. Aber auf Schillers transszendentalen Idealismus, in dem das ethisch-ästhetische Element ganz überwog, übten die anatomischen und physiologischen Studien, die er als Regimentschirurg hatte durchmachen müssen, nur sehr geringen Einfluß. Hingegen wurden für den empirischen Realismus Goethes seine gelegentlichen medizinischen Studien in Straßburg, noch viel mehr aber später seine vergleichend-anatomischen und botanischen Forschungen in Jena und Weimar, von allergrößter Bedeutung.

Realismus und Idealismus — der philosophische Gegensatz, der so zwischen Goethe und Schiller in der biologischen Begründung ihrer Weltanschauung sich geltend machte, spiegelt gewissermaßen das Janusantlitz wieder, das der philosophische Genius des deutschen Volkes bis auf den heutigen Tag zeigt. Von unseren beiden größten Dichtern ist der Realist Goethe tief in das empirische Studium der Körperwelt eingedrungen und sucht mit Spinoza die Einheit des Universums zu ergründen. Hingegen lebt der Idealist Schiller vorzugsweise in der Geisterwelt und sucht mit Kant deren ethische Ideale, Gott, Freiheit und Unsterblichkeit, für die „Erziehung des Menschengeschlechts" nutzbar zu machen. Beide Richtungen des Denkens haben den germanischen Genius — ebenso wie vor 2000 Jahren den hellenischen zu einer großen Anzahl hochbedeutender Schöpfungen des Geisteslebens geführt. Goethe hat in seinem Leben die Ideale praktisch verwirklicht, die Kant theoretisch entdeckt und Schiller als die erstrebenswerten Ziele der Zukunft hingestellt hatte.

Es ist aber unrichtig, aus einzelnen Äußerungen von Goethe schließen zu wollen, daß er gelegentlich den Dualismus von Schiller auch in seine Weltanschauung aufgenommen habe. Einige Mitteilungen, die Eckermann in dieser Beziehung aus seinen Gesprächen mit Goethe hinterlassen hat, sind mit großer Vorsicht aufzunehmen. Überhaupt ist diese vielbenutzte Literaturquelle nicht rein; viele Äußerungen, die der kleine Eckermann dem großen Goethe in den Mund legt, widersprechen ganz seinem Charakter und sind mehr oder weniger entstellt. Wenn aber gar darauf hin neuerdings hochgestellte Festredner in Berlin verkünden, daß Goethe in gleicher Weise wie Schiller die hohen Ideale von Gott, Freiheit und Unsterblichkeit gerettet, ja sogar damit Zeugnis für seinen christlichen Kirchenglauben abgelegt habe, so zeigen sie damit nur, wie wenig sie den tiefgreifenden Unterschied in der Weltanschauung beider Dichter kennen. Goethe nannte sich bekanntlich selbst einen

„dezidierten Nichtchristen"! Das Glaubensbekenntnis des „großen Heiden" Goethe, das er in „Faust" und „Prometheus", in „Gott und Welt" und in hundert anderen herrlichen Dichtungen niedergelegt, ist der reine Monismus, und zwar jene pantheistische Richtung desselben, die wir als die einzig naturgemäße anerkennen, der klare Hylozoismus; er ist ebenso verschieden von dem einseitigen Materialismus von Holbach und Carl Vogt, wie von dem extremen Dynamismus von Leibniz und Ostwald. Dagegen stand Schiller dieser realistischen Weltbetrachtung ganz fremd gegenüber; sein idealistischer Sinn flüchtete sich aus der Natur in die Geisteswelt. Allein unser theoretischer Hylozoismus schließt den praktischen Idealismus keineswegs aus, wie Goethe in seinem ganzen Leben gezeigt hat. Umgekehrt zeigen uns hochgestellte Fürsten und Priester sehr häufig, wie gut sich theoretischer Idealismus mit praktischem Materialismus, d. h. Hedonismus, verbinden läßt.

Im Februar 1904 wurde von der ganzen gebildeten Welt die hundertjährige Todesfeier von Kant in feierlichster Weise begangen. In zahlreichen akademischen Reden und Schriften wurde er als der größte deutsche Denker gefeiert. (Immanuel Kant starb am 12. Februar 1804, an demselben Tage, an dem Charles Darwin fünf Jahre später geboren wurde.) Unzweifelhaft ist der Einfluß von Kant auf die ganze Gestaltung der deutschen Philosophie von größter Bedeutung gewesen. Bei aller Anerkennung seines seltenen Genius darf man aber nicht blind sein gegen die auffälligen Widersprüche und Mängel seiner dualistischen Weltanschauung; vom monistischen Standpunkte der modernen Naturerkenntnis muß man sogar den Einfluß seiner allgewaltigen Autorität während des ganzen 19. Jahrhunderts geradezu für verderblich halten. Ganz gewiß besaß Kant ein ungewöhnliches Talent für feine philosophische Spekulation, für tief eindringendes Denken und verwickeltes Begriffbilden, und er verband diese genialen Anlagen mit einem tadellosen Charakter und unbestechlichen

Wahrheitssinn im Leben —, aber nicht im Denken! Es war ein großes Unglück für Kant und für die von ihm geleitete philosophische Schule, daß sein Bildungsgang ihn verhinderte, sich eine gründliche Kenntnis und eine naturgemäße Auffassung der realen Welt anzueignen. Zeitlebens in den engen Schranken seiner Vaterstadt Königsberg eingeschlossen, überschritt er niemals die Grenzen der Provinz Preußen und lernte niemals auf Reisen die weite Welt kennen. Im Studium der Natur beschränkte er sich auf die Physik der anorganischen Welt, im Studium des Menschen auf die unsterbliche Seele. Nach Vollendung seiner Universitätsstudien mußte Kant sich neun Jahre hindurch (vom 22. bis 31. Lebensjahre) sein Brot als Hauslehrer verdienen, gerade in jener wichtigsten Periode des Jünglingslebens, in welcher nach aufgenommener akademischer Bildung die selbständige Entwicklung des persönlichen und wissenschaftlichen Charakters für das ganze folgende Leben sich entscheidet.

Zu diesen ungünstigen äußeren Verhältnissen der geistigen Anpassung kam noch ein tief mystischer Zug in Kants Charakter, der durch Vererbung von frommen Eltern bedingt und durch die streng religiöse Erziehung seit frühester Jugend befestigt war. So trat namentlich in späteren Jahren bei ihm immer mehr der Glaube an die drei Zentralmysterien in den Vordergrund; er räumt ihnen den Vorrang vor allen Erkenntnissen der reinen theoretischen Vernunft ein, obwohl er zugestand, daß man sich irgendeine positive oder negative Vorstellung nicht davon bilden könne. Wie kann aber der Glaube an Gott, Freiheit und Unsterblichkeit als höchstes Postulat der praktischen Vernunft die ganze Weltanschauung bestimmen, wenn man mit diesen drei Fundamentalbegriffen überhaupt keinerlei anschauliche Vorstellung verbinden kann?

Realismus. Jede Philosophie, die diesen Namen verdient, muß in erster Linie für die Grundlage ihrer Gedankenarbeit klare Vorstellungen schaffen;

sie muß mit den Grundbegriffen bestimmte Anschauungen verbinden. Daher haben sich denn auch die meisten Nachfolger von Kant nicht damit begnügt, seiner Vorschrift zu folgen, die drei Zentralmysterien bloß zu glauben, sondern sie haben sich bemüht, den leeren Begriffen von Gott, Freiheit und Unsterblichkeit bestimmte Vorstellungen unterzulegen. Damit haben sie an die Phantasiegebilde der Religionen angeknüpft und sind aus dem Gebiete der realen Welterkenntnis in das transszendente Reich der Dichtung übergetreten. Unsere monistische, auf reale Naturerkenntnis gegründete Weltanschauung lehnt diesen Dualismus ab und wendet sich zum reinen hylozoistischen Monismus.

Die allgemeine und außerordentliche Verherrlichung von Kant, die sich bei Gelegenheit seiner diesjährigen Säkularfeier in unzähligen Reden und Schriften kundgab, mußte vielen Naturforschern befremdend erscheinen, die in dem transszendentalen Idealismus von Kant das größte Hindernis für die Fortschritte der modernen monistischen Naturphilosophie erblicken. Sie erklärt sich aber leicht aus mehreren einleuchtenden Gründen. In erster Linie ist hier der innere Widerspruch zwischen fundamental entgegengesetzten Anschauungen bedeutungsvoll; denn jedermann konnte sich an Kants Werken das heraussuchen, was seiner Überzeugung entsprach: der monistische Physiker das mechanische Walten des Naturgesetzes in der ganzen erkennbaren Welt, der dualistische Metaphysiker das freie Walten des göttlichen Zweckes in der immateriellen Geisterwelt. Der Arzt und Physiologe konnte mit Befriedigung feststellen, daß Kant in der reinen Vernunft keinerlei Beweis für die Existenz Gottes, die Unsterblichkeit der Seele und die Willensfreiheit hatte finden können; der Jurist und Theologe konnte mit gleicher Befriedigung behaupten, daß Kant in der praktischen Vernunft diese drei großen „Zentraldogmen" der Metaphysik als unentbehrliche Postulate sicher gestellt habe. Wie sich diese unversöhnlichen Wider-

sprüche in Kants Weltanschauung aus seiner „Psychologischen Metamorphose" teilweise erklären, habe ich bereits im 6. Kapitel der „Welträtsel" gezeigt.

Aber gerade diese diametralen Widersprüche, die Kants Philosophie von Anfang bis zu Ende durchziehen, gewinnen derselben die größte Beliebtheit in weitesten Kreisen. Das gebildete Publikum, das sich für Gewinnung einer Weltanschauung interessiert, liest zwar selten und mit Unbehagen Kants schwer verständliche (— oft entsetzlich verschnörkelte! —) Werke im Original, ist aber voll befriedigt, wenn es durch deren Auszüge oder durch die Geschichtsschreiber der Philosophie erfährt, daß es dem „Alten vom Königsberge" glücklich gelungen sei, die Quadratur des Zirkels zu finden, nämlich die harmonische Versöhnung der Naturerkenntnis mit den drei Zentraldogmen der Metaphysik. Die „hohe Obrigkeit", der es vor allem darum zu tun ist, diese letzteren zu retten, begünstigt außerdem die Lehre von Kants Dogmen, weil sie der wahren Aufklärung den Weg versperrt und von eigenem selbständigen Denken abschreckt. Besonders gilt das von den Unterrichtsministerien der beiden größten und einflußreichsten deutschen Staaten, Preußen und Bayern; bei ihrem offenkundigen Bestreben, die Schule der Herrschaft der Kirche zu unterwerfen, ist ihnen vor allem der „Primat der praktischen Vernunft" erwünscht, d. h. die Unterwerfung der „reinen Vernunft" unter den Glauben der Offenbarung. Für die deutschen Universitäten aber gilt der „Glaube an Kant" gegenwärtig noch als die Eintrittskarte zum Studium der Philosophie. Wer von dem verderblichen Einfluß dieses offiziellen „Kantglaubens" auf die Fortschritte der naturgemäßen Weltanschauung sich überzeugen will, der lese dessen vernichtende Kritik in dem nachgelassenen ausgezeichneten Werke von Paul Rée (Philosophie, Berlin, 1903).

In prinzipiellem Gegensatze zu den dualistischen Anschauungen, die noch gegenwärtig auf den Lehrstühlen der offiziellen Philosophie (besonders in

Deutschland) herrschen, müssen wir unsere monistische Weltanschauung auf die Allgültigkeit des Substanzgesetzes gründen. Dieses wahre „Universalgesetz" vereinigt in sich widerspruchslos das physikalische Energiegesetz („Erhaltung der Kraft") und das chemische Materiegesetz („Erhaltung des Stoffes"). Da ich bereits im 12. Kapitel der „Welträtsel" meine persönliche Auffassung dieses größten „Grundgesetzes der Natur" begründet habe, will ich nur nochmals daran erinnern, daß seine allgemeine Gültigkeit unabhängig ist von der besonderen Auffassung des Verhältnisses zwischen „Kraft und Stoff", zwischen „Energie und Materie". Der Materialismus von Holbach und Büchner betont einseitig die Bedeutung der Materie; der Dynamismus von Leibniz und Ostwald ebenso einseitig die Bedeutung der Energie. Wenn wir beide einseitige Auffassungen vermeiden und „Kraft und Stoff" als untrennbare Attribute der universalen Substanz auffassen, gelangen wir zu dem reinen Monismus, wie er uns in der Weltanschauung von Spinoza und Goethe entgegen tritt. Wir können dann den Begriff „Substanz" mit Hermann Kröll auch durch „Kraftstoff" ersetzen. Unabhängig davon ist die weitere Frage, ob wir den kinetischen Substanzbegriff der modernen Physik für richtig halten, oder den pyknotischen Substanzbegriff, wie ihn neuerdings J. G. Vogt scharfsinnig entwickelt hat.

Als die beiden einzigen dem Menschen erkennbaren „Attribute", d. h. als die untrennbaren Grundeigenschaften der Substanz, ohne welche ihr Wesen undenkbar ist, hatte zuerst Spinoza „Ausdehnung" und „Denken" bezeichnet — nach unserer modernen Ausdrucksweise „Stoff und Kraft". Denn das Ausgedehnte, d. h. den Raum Erfüllende ist eben die Materie; hingegen bedeutet „Denken" bei Spinoza selbstverständlich nicht die Gehirnfunktion des menschlichen Phronema, welche die moderne Psychologie unter „Gedankenbildung" versteht, sondern in allgemeinstem Sinne die Energie. Während unser

hylozoistischer Monismus die menschliche Psyche in diesem Sinne nur als eine besondere Form der Energie betrachtet, behauptet dagegen der herrschende Dualismus und Vitalismus, gestützt auf die Autorität Kants, daß psychische und physikalische Energie zwei grundverschiedene Begriffe seien, erstere gehöre zum immateriellen Mundus intelligibilis, letztere zum materiellen Mundus sensibilis. Die Theorie des psychophysischen Parallelismus, wie sie neuerdings namentlich Wundt (1892) entwickelt hat, betont diesen dualistischen Gegensatz in schärfster Weise; sie behauptet, daß zwar „jedem psychischen Geschehen irgendwelche physische Vorgänge entsprechen, beide aber völlig unabhängig voneinander sind und nicht in natürlichem Kausalzusammenhang stehen".

Scheinbare Berechtigung und stärkste Stütze findet dieser weit verbreitete Dualismus in der Schwierigkeit, die Vorgänge der Empfindung unmittelbar mit denjenigen der Bewegung zu verknüpfen; dabei wird die erstere als eine psychische, die letztere als eine physische Form der Energie angesehen. Die Umsetzung des äußeren Reizes (z. B. Lichtstrahlen, Schallwellen) in eine innere Empfindung (Sehen, Hören), wird zwar von der monistischen Physiologie als ein Vorgang des Kraftwechsels betrachtet, als Verwandlung der photischen und akustischen Energie in spezifische „Nervenenergie". Die wichtige Theorie von der „Spezifischen Energie" der Sinnesnerven, wie sie Johannes Müller aufstellte, schlägt hier die Verbindungsbrücke zwischen jenen zwei Welten. Allein die Vorstellung, die jene Empfindungen hervorrufen, der zentrale Vorgang im Denkorgan oder Phronema, der jene Eindrücke zum Bewußtsein bringt, wird dennoch meistens als ein unbegreifliches „Lebenswunder" betrachtet. Ich habe indessen schon im 10. Kapitel meiner „Welträtsel" zu zeigen versucht, daß auch das Bewußtsein nichts anderes ist, als eine besondere Form der Nervenenergie, und neuerdings hat Ostwald in seiner Naturphilosophie diesen Gedanken weiter ausgeführt.

Die Vorgänge der Bewegung, welche wir bei jeder Verwandlung einer Energieform in eine andere, bei jedem Übergang von potentieller in aktuelle Energie beobachten, ordnen sich den allgemeinen Gesetzen der Mechanik unter. Mit Recht hat nun die dualistische Metaphysik gegen die „mechanische Weltanschauung" geltend gemacht, daß dadurch die innere Ursache jener Bewegungen nicht aufgedeckt wird; sie sucht diese in den „psychischen Kräften". Nach unserer monistischen Überzeugung sind diese aber keine „immateriellen Kräfte", sondern begründet in der allgemeinen Empfindung der Substanz, die wir als Psychoma bezeichnen und als ein drittes Attribut der Substanz sowohl der Energie als der Materie gegenüber stellen.

Die Schwierigkeiten, welche die Verbindung unseres Monismus mit der Substanzlehre von Spinoza darbietet, werden überwunden, wenn man den Begriff der Energie von der Empfindung ablöst und auf die Mechanik beschränkt, so daß die Bewegung als eine dritte Grundeigenschaft der Substanz neben die Materie (das „Ausgedehnte") und die Empfindung (das „Denkende") gestellt wird. Man kann auch den Begriff der Energie zerlegen in aktive Energie (= „Willen" im Sinne von Schopenhauer) und in passive Energie (= Empfindung in weitestem Sinne). Tatsächlich findet ja die Energie, auf welche die moderne Energetik alle Erscheinungen zurückführen will, in der Substanzlehre von Spinoza keinen selbständigen Platz neben der Empfindung; in dem Attribute des Denkens (d. h. der Psyche, des Geistes oder der Kraft) sind bei ihm Empfindung und Energie vereinigt. Ich bin der Überzeugung, daß Empfindung ebenso mit aller Materie verbunden ist, wie Bewegung, und daß gerade diese Dreieinigkeit der Substanz die sicherste Basis für unseren modernen Monismus bietet; ich formuliere sie in den drei Grundsätzen: 1. Kein Stoff ohne Kraft und ohne Empfindung; 2. Keine Kraft ohne Stoff und ohne Empfindung; 3. Keine Empfindung ohne Stoff und

ohne Kraft. Im ganzen Universum, wie in jedem kleinsten Teil desselben, in jedem Atom, wie in jedem Molekül, sind diese drei fundamentalen Attribute der Substanz untrennbar verknüpft. Bei der grundlegenden Bedeutung dieser Auffassung für unser hylonistisches System des Monismus erscheint es zweckmäßig, nochmals jedes dieser drei Attribute für sich und im Zusammenhang mit dem Substanzgesetz zu betrachten.

Als „Ausgedehnte Substanz" (Extensa) erfüllt die Materie den ganzen unendlichen Weltraum, und jeder einzelne Körper nimmt als reale Substanz einen Teil dieses Universums ein; das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes (Lavoisier, 1789) überzeugt uns, daß die Summe des Stoffes ewig und unveränderlich ist. Das gilt gleicher Weise von allen verschiedenen Arten der Masse, die wir als chemische Elemente unterscheiden, der „verdichteten Substanz" (Ponderabile), wie von dem Äther oder „Weltäther", der alle Zwischenräume zwischen den Atomen und Molekülen der Masse ausfüllt, der „gespannten Substanz" (oder dem sogenannten Imponderabile). Die übliche Geringschätzung der Materie (— und die damit verknüpfte Verachtung des Materialismus —), ihre Herabsetzung gegenüber dem „Geiste", erklärt sich einerseits aus der sinnlosen Gewohnheitsphrase der „toten und rohen Materie", anderseits aus der festgewurzelten erblichen Mystik, die wir von unseren Barbarenahnen überkommen haben und nur schwer los werden können.

Als „Bewegte Substanz" (Dynamis) stellen wir uns „alle Teile des unendlichen Weltraums" in ewiger und ununterbrochener Bewegung vor. Jeder chemische Vorgang, jede physikalische Erscheinung ist mit Lageveränderung der Teilchen verbunden, welche die Materie zusammensetzen. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft (Robert Mayer, 1842) hat uns gelehrt, daß die Summe der Kraft oder Energie, welche im Universum überall und jeder Zeit tätig ist und alle Erscheinungen bewirkt, unveränderlich ist.

Bei der Bildung oder Zersetzung jeder chemischen Verbindung bewegen sich die Stoffteilchen gegen einander, ebenso bei jedem mechanischen, thermischen, elektrischen Vorgang usw. Die Veränderungen, die dabei stattfinden, beruhen in den organischen, wie in den anorganischen Körpern auf einem beständigen Kraftwechsel; eine Form der Kraft wird in die andere verwandelt, ohne daß jemals das kleinste Teilchen von der Gesamtsumme verloren geht. Neuerdings wird dieses fundamentale, allgemein anerkannte Gesetz von der „Erhaltung der Kraft" gewöhnlich als Gesetz von der Erhaltung der Energie (— oder kurz Energieprinzip—) bezeichnet, nachdem man die beiden Begriffe der Kraft und Energie in der modernen Physik schärfer getrennt hat; man definiert jetzt gewöhnlich die Energie als das Produkt von Kraft und Weg. Indessen ist zu bemerken, daß trotzdem der Begriff der „Energie" (— gleichbedeutend mit „Arbeit" in physikalischem Sinne —) auch heute noch in mehrfach verschiedenem Sinne gebraucht wird, gerade so, wie früher der Begriff der Kraft. So wird auch noch vielfach der Ausdruck Spannkraft für potentielle Energie verwendet, und der Ausdruck Triebkraft oder „lebendige Kraft" statt aktueller Energie (Vergl. „Welträtsel", S. 265). Andere definieren wieder Energie als „Arbeit, oder alles, was aus Arbeit entsteht und sich in Arbeit umwandeln läßt". Eine besondere Schule des Voluntarismus (Wundt) führt die Bewegungskraft der Energie auf den Willen zurück. Schon Crusius sagte (1744): „Der Wille ist die herrschende Kraft in der Welt". So definiert Schopenhauer die Welt (= Substanz) als „Wille und Vorstellung"!

Indem ich Empfindung (— in weitestem Sinne! —) als ein drittes Attribut der Substanz hinstelle, und die „Empfindende Substanz" von der Energie als „bewegter Substanz" trenne, beziehe ich mich auf die Erörterungen, die ich im 13. Kapitel über die Empfindung in der organischen und anorganischen Welt gegeben habe. Ich kann mir den einfachsten chemi-

schen und physikalischen Prozeß nicht vorstellen, ohne daß ich die Bewegungen der materiellen Substanzteile durch unbewußte Empfindung ausgelöst vorstelle. In diesem Sinne spricht täglich jeder Chemiker von einer „empfindlichen Reaktion", jeder Photograph von einer „empfindlichen Platte". Die Vorstellung der Affinität oder chemischen Wahlverwandtschaft beruht darauf, daß die einzelnen chemischen Elemente die qualitativen Unterschiede der anderen Elemente wahrnehmen, bei ihrer Berührung „Lust oder Unlust" empfinden und darauf hin bestimmte Bewegungen ausführen. Die Empfindlichkeit des Plasma gegen Reize aller Art, die man bei den höheren Tieren als „Seele" bezeichnet, ist nur ein höherer Grad der allgemeinen Reizbarkeit aller Substanz. In ähnlichem Sinne schrieben schon Empedokles und die Vertreter des Panpsychismus allen Dingen „Empfindung und Streben" zu. Neuerdings sagt Naegeli (1877): „Wenn die Moleküle etwas besitzen, was der Empfindung, wenn auch noch so fern, verwandt ist, so muß es Wohlbehagen sein, wenn sie der Anziehung, oder Abstoßung, ihrer Zuneigung oder Abneigung folgen können; Mißbehagen, wenn sie zu einer gegenteiligen Bewegung gezwungen werden. So pflanzt sich das nämliche geistige Band durch alle materiellen Erscheinungen fort. Der menschliche Geist ist nichts anderes, als die höchste Entwicklung der geistigen Vorgänge, welche die Natur überall beleben und bewegen." Diese Anschauungen des geistreichen und kritischen Botanikers dekken sich vollkommen mit den monistischen Prinzipien meines Hylozoismus, die ich schon 1866 in der „Generellen Morphologie" entwickelt habe.

Wenn die „Empfindung" im weitesten Sinne — oder das Psychoma — als ein drittes Attribut der Substanz neben die Materie (das Extensum) und die Energie (das Bewegliche) gestellt wird, dann müssen wir auch das universale Gesetz der Konstanz oder „Erhaltung der Substanz" auf alle drei Attribute gleichmäßig anwenden. Wir gelangen dadurch zu

der Überzeugung, daß auch die Quantität der Empfindung oder „Beseelung“ im Universum eine ewige und unveränderliche Größe darstellt, und daß jeder Wechsel der Empfindung nur auf der Verwandlung einer Psychomform in andere Formen beruht. Betrachten wir zunächst, von unseren eigenen, unmittelbaren Empfindungen und unserer Gedankenwelt ausgehend, das gesamte Geistesleben der Menschheit, so erblicken wir in dessen kontinuierlicher Entwicklung überall die Konstanz des Psychoms, die in den Empfindungen aller einzelnen Individuen ihre Wurzel hat. Diese höchste Entfaltung der Plasmaarbeit im menschlichen Gehirn hat sich aber erst aus den Empfindungsgruppen niederer Tiere historisch entwickelt, und diese ist wieder durch eine lange Reihe von Entwicklungsstufen mit den einfacheren Empfindungsformen der anorganischen Elemente verknüpft, die sich in der chemischen Affinität kundgeben. Schon Albrecht Rau hat in seinem vortrefflichen Werke über „Empfinden und Denken“ (1896, S. 372) nachdrücklich betont, daß die „Wahrnehmung oder Empfindung ein ganz allgemeiner Vorgang in der Natur ist. Damit ist aber zugleich die Möglichkeit gegeben, das Denken selbst auf diesen allgemeinen Vorgang zurückzuführen“. Neuerdings hat besonders Ernst Mach in seiner „Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen“ hervorgehoben, daß „die Empfindungen gemeinsame Elemente aller möglichen physischen und psychischen Erlebnisse sind, die lediglich in der verschiedenen Art der Verbindung dieser Elemente, in deren Abhängigkeit voneinander bestehen“. Wenn Mach auch weiterhin in einseitiger Betonung der subjektiven Empfindungselemente zu einem ähnlichen Psychomonismus gelangt, wie Verworn, Avenarius und andere neuere Dynamiker, so ist doch der Grundcharakter ihrer Weltanschauung ebenso rein monistisch, wie die Energetik von Ostwald.

Indem wir die Empfindung (Psychoma) als allge-

meines Fundamentalattribut der Substanz neben die Kraft (Energie) und die Raumerfüllung oder den Stoff (Materie) stellen, gelangen wir zu einer reinen Trinität des Monismus, zum befriedigenden Ausgleich der Gegensätze, die vom Dualismus zwischen Psychischen und Physischem, zwischen materieller Körperwelt und immaterieller Geisterwelt, hartnäckig festgehalten werden. Von den drei Hauptrichtungen des Monismus betont der Materialismus einseitig das Attribut der Materie und will alle Erscheinungen im Universum auf Mechanik der Atome, auf Bewegungen der kleinsten Körperteile zurückführen. Ebenso einseitig betont der Spiritualismus das Attribut der Energie; entweder will er alle Erscheinungen aus bewegenden Kräften oder Energieformen erklären (Energetik), oder sie auf psychische Funktionen, auf Empfindung oder Seelentätigkeit zurückführen (Panpsychismus). Unser Hylonismus oder Hylozoismus) vermeidet die Fehler beider extremen Richtungen, indem er die Identität der Psyche und der Physis im Sinne von Spinoza und Goethe behauptet; er überwindet die Schwierigkeiten dieser älteren „Identitätslehre", indem er das Attribut des „Denkens" (oder der Energie) in zwei koordinierte Attribute zerlegt, in Empfindung (Psychoma) und Bewegung (Mechanik).

Zwanzigstes Kapitel

MONISMUS

Philosophie als Wissenschaft des Allgemeinen.
Reine und angewandte Wissenschaften im Lichte des Dualismus und des Monismus.

Am Ende unseres langen Weges durch das weite Gebiet der „Lebenswunder" angelangt, wollen wir auf die zurückgelegte Strecke einen allgemeinen Rückblick werfen und die Frage beantworten, wie weit uns deren Erkenntnis durch unsere monistische Philosophie gelungen ist? Wir werden dabei nochmals unsere Berechtigung zur einheitlichen Weltanschauung prüfen und zugleich die Beziehung der Biologie zu den übrigen Wissenschaften klar legen müssen. Ich sehe mich zu dieser allgemeinen Schlußbetrachtung um so mehr verpflichtet, als dieses Buch über die „Lebenswunder" nicht nur einen notgedrungenen Ergänzungsband zu dem 1899 erschienenen Buche über die „Welträtsel" bildet, sondern zugleich meine letzte philosophische Arbeit darstellt. Nach Abschluß des siebenzigsten Lebensjahres möchte ich noch einige der wichtigsten Lücken des letzteren Buches ausfüllen und damit das einheitliche Weltbild, mit dessen Ausbau ich mich seit einem halben Jahrhundert beschäftigt habe, nach Möglichkeit vollenden.

Indem ich meine Leser einlade, mit mir das weite Gebiet der monistischen Philosophie nochmals zu betreten, muß ich als ihr bescheidener Führer an der engen Eingangspforte zu derselben die wissenschaftliche Berechtigung dazu nachweisen, gewissermaßen

die Eintrittskarte zur Wahrheitsforschung vorzeigen. Denn die Schulphilosophie, die noch gegenwärtig die deutschen Universitäten beherrscht, bewacht jene Eingangspforte mit eifersüchtigen Augen und sucht namentlich der modernen Biologie den Eintritt zu verwehren. Unsere offizielle deutsche Philosophie ist noch zum weitaus größten Teile in den Banden der traditionellen Metaphysik des Mittelalters und in dem Dualismus von Kant befangen, dessen offenbaren dogmatischen Charakter sie als Kritizismus verherrlicht. Im Laufe der vierzig Jahre, die ich als ordentlicher Professor der Zoologie in Jena gelehrt habe, hatte ich Gelegenheit, mehreren hundert Prüfungen von Doktoren, Oberlehrern usw. beizuwohnen, in denen hervorragende und anerkannte Vertreter der Philosophie examinierten. Dabei überzeugte ich mich, daß fast immer das Hauptgewicht auf die gewandte „Begriffsakrobatik" und die introspektive Selbstbetrachtung gelegt wird, ferner auf die genaue Kenntnis der mannigfaltigen Irrtümer, welche die überwiegend dualistischen Koryphäen der alten und neuen Weltweisheit in einer unermeßlichen gelehrten Literatur niedergelegt haben. Besonders aber wird als wichtigste Grundlage die Erkenntnistheorie von Kant betont, deren Fehler und Einseitigkeit ich im 1. und 19. Kapitel beleuchtet habe. In der Psychologie wird die ausgedehnteste Kenntnis der einzelnen Seelentätigkeiten auf Grund der introspektiven Methode verlangt; dagegen wird die physiologische Analyse der „Seele" und die anatomische Untersuchung des Phronema, des Gehirngebietes, das diese Funktionen leistet, sorgfältig gemieden, ebenso wie die vergleichende und genetische Seelenforschung. Viele von unseren Metaphysikern gehen aber noch weiter und betrachten die Philosophie als eine selbständige Fachwissenschaft; und zwar als eine sublime „Geisteswissenschaft", die von der gemeinen empirischen Naturwissenschaft ganz unabhängig sei. Diesem Gebaren gegenüber dürfte man fast an den Ausspruch von Schopenhauer erinnern: „Es ist ein sicheres Kenn-

zeichen eines Philosophen, kein Professor der Philosophie zu sein." Nach meiner Ansicht ist jeder gebildete denkende Mensch, der nach einer bestimmten Weltanschauung strebt, ein „Philosoph". Als die „Königin unter den Wissenschaften" hat die Philosophie die hohe Aufgabe, die allgemeinen Ergebnisse aller wissenschaftlichen Forschungen in sich zu verknüpfen und gleich einem Hohlspiegel ihre Strahlen in einem Brennpunkte zu sammeln. Die verschiedenen Richtungen des Denkens aber, die dabei in so mannigfaltigen Formen zutage treten, können alle Anspruch auf wissenschaftliche Beachtung und Diskussion erheben, die Minorität der monistischen ebenso wie die Majorität der dualistischen. Indem wir nun untersuchen, wie weit es dem Monismus gelungen ist, in den einzelnen Hauptgebieten der Wissenschaft festen Fuß zu fassen, unterscheiden wir zunächst die reinen (theoretischen) von den angewandten (praktischen) Wissenschaften.

Als „Weltanschauung" soll die reine Philosophie eigentlich als nächstes Ziel allein die Erkenntnis der Wahrheit mittelst der reinen Vernunft anstreben, wie wir deren Aufgabe im ersten Kapitel erläutert haben. Allein diese reine theoretische Philosophie tritt bei den meisten einzelnen Wissenschaften in unmittelbare, oft höchst wichtige Beziehungen zu unserem praktischen Leben und erlangt als angewandte „Weltweisheit" eine maßgebende Bedeutung für die menschliche Kultur. Dabei treten sehr häufig die realen Anforderungen des praktischen Lebens in Widerspruch zu den idealen Erkenntnissen der wissenschaftlich begründeten Theorie. Hier gebührt nun nach unserer Überzeugung der reinen Wahrheitsforschung der Vorrang vor der angewandten Lebensweisheit. Wir treten damit in prinzipiellen Widerspruch zu Kant, der ausdrücklich den Primat der praktischen Vernunft behauptete und ihr das Übergewicht über die reine theoretische Vernunft zusprach. Dieser Irrtum von Kant war deshalb höchst verhängnisvoll, weil die herrschende Autorität von

Staat und Kirche ihn mit Begierde ergriff, um mit seiner Hilfe überall den Glaubenssätzen der dogmatischen praktischen Vernunft kategorische Geltung zu verschaffen, gegenüber den Erkenntnissen der kritischen reinen Vernunft.

1. Monistische Physik. Vom Standpunkt unseres naturalistischen Monismus betrachtet, können wir die Physik im weitesten Sinne als Fundamentalwissenschaft allen anderen voranstellen. Denn der Begriff Physis, gleichbedeutend mit Natura, umfaßt im ursprünglichen reinen Sinne die gesamte erkennbare Welt, den „Mundus sensibilis" von Kant. Seine übersinnliche Welt, der „Mundus intelligibilis", ist nach seiner eigenen Definition nur Gegenstand des Glaubens, nicht des Wissens. Es ist sehr merkwürdig zu sehen, daß ein so bedeutender Denker wie Kant schon in dieser grundlegenden Scheidung zweier Welten mit sich selbst in Widerspruch geriet. Wie kann die übersinnliche Welt des „Jenseits", in der die drei Zentralmysterien — Gott, Freiheit und Unsterblichkeit — wohnen, als intelligibilis, d. h. erkennbar! bezeichnet werden, wenn nachher durch die reine Vernunft bewiesen wird, daß der Mensch nicht imstande ist, sie zu erkennen, sich weder eine positive noch negative Vorstellung davon zu machen? Lucus a non lucendo! Indem wir also diese übernatürliche metaphysische Welt dem Glauben und der Dichtung überlassen, beschränken wir unsere Weltanschauung auf die wirkliche physische Welt, die Natur. Der Begriff der Physik als allumfassender Naturphilosophie, wie ihn zuerst in Griechenland das klassische Altertum faßte, ist späterhin mehr und mehr eingeschränkt worden. Gegenwärtig versteht man darunter vorzugsweise die Lehre von den Erscheinungen der anorganischen Natur, ihre empirische Ergründung durch Beobachtung und Experiment (— Experimentalphysik —) und ihre Zurückführung auf allgemeine feste Naturgesetze, mit mathematischer Begründung (— theoretische oder mathematische Physik —). Als zwei Hauptgebiete der Physik werden neuerdings die Mas-

senphysik und die Ätherphysik unterschieden: die Massenphysik behandelt die Mechanik, die Bewegungen und das Gleichgewicht der Masse (der ponderablen Materie), der festen, flüssigen und gasförmigen Körper (Statik und Dynamik, Gravitation, Akustik, Meteorologie); die Ätherphysik hingegen beschäftigt sich mit den Erscheinungen des Äthers (der inponderablen Materie) und seinen Beziehungen zur Masse (Elektrik, Galvanismus, Magnetismus, Optik und Kalorik). In diesen sämtlichen Gebieten der anorganischen Physik ist der Monismus heute einstimmig anerkannt, jeder dualistische Erklärungsversuch ausgeschlossen.

2. Monistische Chemie. Physik der Atome. Das ungeheure Gebiet der Chemie, das heute eine so unermeßliche Bedeutung für die monistische Naturerkenntnis und das praktische Leben erlangt hat, ist eigentlich nur ein Teil der Physik. Während sich aber die neuere Physik auf das Stadium der anorganischen Energieformen und ihrer Umwandlungen mit Ausschluß der stofflichen Verschiedenheiten der Körper — beschränkt, verfolgt die Chemie als „Stofflehre" gerade das Studium dieser qualitativen Unterschiede der wägbaren Massenarten. Als „Scheidekunst" zerlegt sie alle ponderablen Körper in 70 bis 80 Elemente, deren interessante Beziehungen zueinander neuerdings in dem „periodischen System" der Elemente festgelegt sind und ihre Abstammung von einem Urelement (Prothyl) sehr wahrscheinlich gemacht haben. Die festen Verhältnisse in den chemischen Verbindungen, welche durch die Analyse und Synthese der Elemente nachgewiesen wurden, insbesondere das 1808 entdeckte „Gesetz der einfachen und multiplen Proportionen", führten zu der empirischen Feststellung des Atomgewichtes der einzelnen Elemente und damit zu der neueren chemischen Atomtheorie. Die Annahme solcher Atome (als raumerfüllender, diskreter „Massenteilchen" — gleichviel wie man sich ihre sonstige Beschaffenheit vorstellt —) ist eine unentbehrliche Fundamentalhypothese

für die Chemie, ebenso wie die Annahme von Molekülen für die Physik. Daran hat auch die moderne Hypothese der Elektronen und Jonen nichts geändert. Der moderne Dynamismus (— die Energetik) befindet sich im Irrtum, wenn er glaubt, diese Hypothesen entbehren und die materiellen Atome durch die Vorstellung von immateriellen und raumlosen Kraftpunkten anschaulich ersetzen zu können. Übrigens ist sowohl von dieser dynamischen, als von der materialistischen Schule in sämtlichen Gebietsteilen der Chemie der Monismus jetzt allgemein anerkannt.

3. Monistische Mathematik. Abstrakte Physik. Als letztes Ziel aller Forschung betrachtet die moderne Naturwissenschaft die exakte Bestimmung aller Erscheinungen durch Maß und Zahl, die Zurückführung aller gemeinen Erkenntnis auf mathematisch formulierte Gesetze. Da der große Laplace sein ganzes Weltsystem mathematisch begründet hatte, wurde neuerdings sogar die Forderung gestellt, daß ein allumfassender (idealer) „Laplacescher Geist" die ganze Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Universums in eine einzige mathematische Riesenformel fassen könne. Kant hat diese übertriebene Wertschätzung der Mathese in dem Satze ausgedrückt: „Jede Wissenschaft ist nur insofern wahre Wissenschaft, als sie der Mathematik zugänglich ist"; und er hat diesem Irrtum den zweiten zugefügt, daß die mathematischen Grundsätze (als notwendig und allgemein gültig) der menschlichen „reinen Vernunft" a priori angehören und unabhängig von aller Erfahrung (a posteriori) bestehen. Dagegen haben John Stuart Mill u. a. nachgewiesen, daß auch die Grundbegriffe der Mathematik, ebenso wie aller übrigen Wissenschaften, ursprünglich durch Abstraktion aus Erfahrungen gewonnen wurden; und unsere moderne „Phylogenie der Vernunft" hat diese empiristische Auffassung bestätigt. Auch ist daran zu erinnern, daß die Mathematik lediglich die Größenverhältnisse in Raum und Zeit (quantitativ) beurteilt, sich aber

mit den qualitativen Eigenschaften der Körper überhaupt nicht beschäftigt. Übrigens hat Kant selbst gezeigt, daß die Mathematik nur für die absolute formale Richtigkeit der Folgen haftet, die sie aus den gegebenen Voraussetzungen ableitet, auf diese selbst aber keinen Einfluß besitzt. Wenn wir also die abstrakte Vernunfttätigkeit des Phronema bei mathematischen Gedankenoperationen physiologisch und phylogenetisch beurteilen, kommen wir zu der Überzeugung, daß auch diese „exakte Fundamentalwissenschaft" nur dem reinen Monismus zugänglich ist und jeden Dualismus ausschließt. Das hohe Ansehen, welches die Mathematik als exakte Wissenschaft in sämtlichen Zweigen des Wissens genießt, gründet sich vorzugsweise auf ihre formale Sicherheit und die Möglichkeit, räumliche und zeitliche Größenverhältnisse in Zahlen und Maßen unfehlbar ausdrücken zu können.

4. Monistische Astronomie (Physik des Weltgebäudes). Die Himmelskunde gehört zu jenen ältesten Wissenschaften, die schon vor mehreren Jahrtausenden eine bestimmte Form annahmen und durch mathematische Berechnungen festen Boden erlangten. Beobachtungen über Planetenbewegungen und Sonnenfinsternisse wurden von Chinesen, Chaldäern und Ägyptern schon mehrere tausend Jahre vor Christus angestellt. Christus selbst (— der „Sohn Gottes", dessen Auge auf das Jenseits gerichtet war —) hatte von diesen wichtigen kosmologischen Entdeckungen ebensowenig eine Ahnung, wie von den bedeutungsvollen Weltsystemen, die die großen griechischen Naturphilosophen schon 300—600 Jahre vor seiner Geburt aufgestellt hatten. Nachdem Kopernikus 1543 das geozentrische Weltsystem zerstört und Newton 1686 durch seine Gravitationstheorie dem neuen heliozentrischen Weltsystem die feste mathematische Basis gegeben hatte, fand in der „Allgemeinen Naturgeschichte des Himmels" von Kant und in der „Mécanique céleste" von Laplace die Kosmogenie ihre sichere monistische Begründung; seitdem ist im

ganzen Gebiete der Astronomie von einer bewußten Schöpfertätigkeit Gottes nicht mehr die Rede. Zudem hat neuerdings die Astrophysik uns über die physikalischen Verhältnisse und die Astrochemie mittelst der Spektralanalyse auch über die chemische Natur der übrigen Weltkörper aufgeklärt; dadurch ist der Monismus des Universums festgestellt.

5. Monistische Geologie. Die „Erdgeschichte" im weitesten Sinne, wie sie heute als Geologie an den Universitäten gelehrt wird, entwickelte sich erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts zu einer selbständigen Wissenschaft und verdrängte erst seit 1830, seit Feststellung der Kontinuität der Erdentwicklung und des „Prinzips der Aktualität", die früher herrschende „Schöpfungsgeschichte" der Erde. Der älteste Teil dieser Wissenschaft ist die Mineralogie; die hohe praktische Bedeutung der Gesteine und besonders der Metalle erregte schon vor Jahrtausenden das Interesse der Menschen. In der Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit usw. lieferten Steine und Metalle das erste Material für menschliche Waffen und andere Werkzeuge. Später förderte die praktische Bedeutung des Bergbaues die genauere Kenntnis dieser Mineralien. Aber erst am Ende des Mittelalters wendete sich die Aufmerksamkeit auch den Fossilen zu, den versteinerten Überresten ausgestorbener Tier- und Pflanzenarten; erst im 18. Jahrhundert begann man, die hohe Bedeutung dieser Petrefakten — als „Denkmünzen der Schöpfung" — zu verstehen, und erst im Beginne des 19. entstand die Paläontologie als selbständige Wissenschaft, die ebenso für die Geologie die größte Wichtigkeit besitzt. Gleich diesen Disziplinen haben auch andere Zweige der Geologie, namentlich die Kristallographie, im letzten halben Jahrhundert die größten Fortschritte durch die moderne Physik und Chemie erfahren. Alle diese Teile der Geologie, insbesondere auch die Geogenie als natürliche Entwicklungsgeschichte der Erde, sind jetzt als rein monistische Wissenschaften anerkannt.

6. Monistische Biologie. In den fünf bisher aufge-

führten Gebieten der Wissenschaft ist (— soweit sie die anorganische Natur betreffen —) der reine Monismus schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zur allgemeinen Anerkennung und ausschließlichen Geltung gelangt. Von der vielgerühmten „Weisheit und Allmacht des Schöpfers" ist hier nicht mehr die Rede. Das gilt ebenso von der Geologie und Astronomie, wie von der Mathematik, Chemie und Physik. Anders gestaltet sich das Verhältnis bei den nun folgenden Wissenschaften, in denen die organische Natur ihr formenreiches Spiel entfaltet; hier ist es bisher noch nicht gelungen, alle Erscheinungen physikalisch zu erklären und mathematisch zu formulieren. Daher tritt der Vitalismus mit seinen dualistischen Ansprüchen auf und spaltet die Wissenschaft in zwei verschiedene Gebiete, die Naturwissenschaft (Physik im weitesten Sinne) und die Geisteswissenschaft (Metaphysik); nur in der ersteren sollen die festen und ewigen „Naturgesetze" gelten, während in der letzteren angeblich die „Freiheit" des Geistes und des „Übernatürlichen" herrscht. Zunächst gilt das von der Biologie im weitesten Sinne (mit Einschluß der Anthropologie und aller dazu gehörigen, den Menschen betreffenden Wissenschaften). Wir haben in den vorliegenden Studien über biologische Philosophie versucht, den Vitalismus in jeder Form zu widerlegen und die ausschließliche Geltung des Monismus und Mechanismus auch auf allen Gebieten der Lebenswissenschaft darzutun.

7. Monistische Anthropologie. Der Begriff der Anthropologie wird noch heute, wie seit zwei Jahrtausenden, nach Inhalt und Umfang äußerst verschiedenartig begrenzt. Im weitesten Sinne umfaßt derselbe das unermeßliche Gebiet der ganzen Menschenkunde, ebenso wie der Begriff der Zoologie (nach meiner persönlichen Auffassung!) alle Teile der Tierkunde in sich einschließt. Da ich nun die ganze „Anthropologie als Teil der Zoologie" betrachte, gilt selbstverständlich der Anspruch des reinen Monismus ebensowohl für die erstere, wie für die letztere.

Indessen ist diese generelle monistische Auffassung der Menschenkunde bisher nur in sehr engen Kreisen zur Geltung gelangt. Gewöhnlich wird der Begriff der Anthropologie auf die eigentliche „Naturgeschichte des Menschen" beschränkt und dabei die Anatomie und Physiologie des menschlichen Organismus ins Auge gefaßt, daneben auch seine Keimesgeschichte (Embryologie), seine Vorgeschichte (Prähistorie) und ein kleiner Teil seiner Psychologie. Dagegen werden von der „offiziellen Anthropologie", wie sie die meisten modernen „Gesellschaften für Anthropologie" (— namentlich die deutschen —) vertreten, gewöhnlich ausgeschlossen: die Stammesgeschichte (Phylogenie) und der größte Teil der Psychologie, sowie alle „Geisteswissenschaften", die als metaphysische im engeren Sinne betrachtet werden. Ich habe in meiner Anthropogenie schon 1874 zu zeigen versucht, daß der Mensch (— als plazentales Säugetier der Primatenordnung —) ebenso ein einheitlicher Organismus (mit Leib und Seele) ist wie alle anderen Wirbeltiere, und daß demnach auch alle Seiten seines Wesens monistisch zu beurteilen sind.

8. Monistische Psychologie. Über die Stellung der Seelenlehre im System der Wissenschaften gehen bekanntlich die Ansichten ihrer berufenen Vertreter, ebenso wie der Laien, noch heute diametral auseinander. Die große Mehrzahl der sogenannten „Psychologen von Fach", ebenso wie der „Gebildeten", halten noch heute an dem veralteten, durch die Dogmen der Religion gestützten Glauben fest, daß die Seele des Menschen unsterblich und daß diese Psyche ein selbständiges immaterielles Wesen sei. Diese dualistische Ansicht wird in der Philosophie vor allen durch die Autorität von Platon, Descartes und Kant gestützt, in der Religion durch die Autorität von Christus, Paulus und Mohammed, in der Schule und im Staate durch die herrschende Autorität der meisten Staatsregierungen, in der Physiologie durch die meisten älteren und selbst noch manche neueren

Physiologen. Demgemäß wird die Psychologie als eine besondere Geisteswissenschaft angesehen und ihr Zusammenhang mit der Naturwissenschaft nur als äußerlich und bedingt geschätzt. Diesem Dualismus gegenüber haben die Fortschritte der vergleichenden und genetischen Psychologie, der Gehirnanatomie und Physiologie, in den letzten vierzig Jahren die monistische Überzeugung befestigt, daß die Psychologie ein Spezialzweig der Gehirnphysiologie ist und daß demnach alle einzelnen Gebiete der Seelenforschung und ihre Anwendung diesem Teile der Biologie angehören. Die menschliche Seele ist die physiologische Funktion des Phronema.

9. Monistische Linguistik. Die Sprachwissenschaft teilt das Schicksal ihrer Schwester, der Psychologie, von der einen Gruppe ihrer berufenen Vertreter ebenso bestimmt in monistischem Sinne als Zweig der Naturwissenschaft, wie von der der anderen Gruppe in dualistischer Auffassung als Zweig der Geisteswissenschaft beurteilt zu werden. Nach der älteren, dualistischen und metaphysischen Ansicht wurde die Sprache als ein ausschließliches Eigentum des Menschen aufgefaßt, bald als ein Geschenk der gütigen Gottheit, bald als eine „Erfindung" des sozialen Menschen selbst. Dem gegenüber befestigt sich im Laufe des 19. Jahrhunderts allmählich die monistische und physiologische Überzeugung, daß die Sprache eine Funktion des Organismus ist und gleich allen anderen Funktionen sich im Laufe der Zeit historisch entwickelt hat. Die vergleichende Physiologie der höheren Tiere ergab, daß in sehr verschiedenen Klassen die Gedanken, Gefühle und Wünsche der sozial verbundenen Tiere bald durch Zeichen oder Berührungen mitgeteilt werden, bald durch Geräusche oder Töne (Zirpen der Grillen und Zikaden, Geschrei der Frösche, Pfeifen vieler Reptilien, Gesang der Vögel und der Singaffen, Brüllen der Raubtiere und Huftiere usw.). Die Ontogenie der Sprache ergab, daß die stufenweise Entwicklung der Sprache beim Kinde (entsprechend dem Biogene-

tischen Grundgesetze) eine Rekapitulation jenes phylogenetischen Prozesses darstellt. Die vergleichende Sprachforschung lehrte, daß die Sprachen der verschiedenen Menschenrassen polyphyletisch, unabhängig voneinander sich entwickelt haben. Die Experimentalphysiologie und Gehirnpathologie zeigte, daß ein bestimmter kleiner Bezirk der Großhirnrinde (— die Brocasche Hirnwindung —) das Sprachzentrum darstellt und daß dieses Zentralorgan der Sprache in Verbindung mit anderen Teilen des Phronema, mit Kehlkopf und Zunge (als peripheren Sprachorganen) die artikulierte Sprache hervorbringt.

10. Monistische Historie. Auch die Geschichtswissenschaft unterliegt, ebenso wie die Sprachwissenschaft und Seelenkunde, noch heute der verschiedensten philosophischen Beurteilung. Sehr häufig wird noch jetzt als „Geschichte" schlechthin (im engsten anthropistischen Sinne!) die wissenschaftliche Untersuchung der Begebenheiten gelehrt, die sich im Laufe der Kulturentwicklung des Menschengeschlechts vollzogen haben: die Geschichte der Völker und Staaten (— komischer Weise als „Weltgeschichte" oder Universalgeschichte bezeichnet! —), die Kulturgeschichte, Sittengeschichte usw. Dabei wird in echt anthropozentrischer Überhebung behauptet, daß in rein wissenschaftlichem Sinne der Begriff „Geschichte" nur von der „menschlich-sittlichen Welt" gebraucht werden dürfe! Die Geschichte solle im Gegensatz zur Natur stehen; jene das Gebiet der sittlich freien Erscheinungen (mit vorgesetztem höherem Ziele!), diese das Gebiet der Naturgesetze (ohne vorbedachtes Ziel!) umfassen. Als ob es keine Naturgeschichte" gäbe, als ob Kosmogenie und Geologie, Ontogenie und Phylogenie keine historischen Wissenschaften wären! Obgleich diese dualistische und anthropistische Auffassung der Historie noch jetzt unsere Universitäten beherrscht, obgleich Staat und Kirche verbündet diese „geheiligte Tradition" schützen und fördern, kann es doch keinem Zweifel unterliegen, daß sie früher oder später

durch eine rein monistische Geschichtsphilosophie verdrängt werden wird. Die moderne Anthropogenie zeigt uns den innigen Zusammenhang zwischen der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Individuums und des ganzen Menschengeschlechts; sie verknüpft durch die prähistorische und phylogenetische Forschung die sogenannte „Weltgeschichte" mit der Stammesgeschichte der Wirbeltiere.

11. Monistische Medizin. Die Heilkunde stellen wir in der Reihe der praktischen oder angewandten Wissenschaften in erste Linie; sie lehrt in ihrer langen und interessanten Geschichte einleuchtend, wie nur die monistische Naturerkenntnis, nicht aber die dualistische angebliche Geistesoffenbarung die gesunde Grundlage wahrer Wissenschaft und die fruchtbare Anwendung derselben auf die wichtigsten Verhältnisse des praktischen Menschenlebens abgeben kann. Ursprünglich lag die Medizin in den Händen der Priester, und durch Jahrtausende blieb sie überwiegend unter dem Einfluß von mystischen und abergläubischen Vorstellungen, die mit den herrschenden Dogmen der Religion eng verknüpft waren. Allerdings hatten schon vor zweitausend Jahren die großen Ärzte des klassischen Altertums ernstlich versucht, die gründliche anatomische und physiologische Kenntnis des menschlichen Organismus zur soliden Basis der Krankenbehandlung zu erheben. Allein im christlichen Mittelalter gewannen mit dem allgemeinen Rückgang der selbständigen wissenschaftlichen Forschung die spiritistischen Gebilde des Wunderglaubens und Aberglaubens wieder die Oberhand; man erblickte in den Krankheiten (nach dem Vorgange von Christus selbst) „böse Geister", die man „austreiben" müsse. „Wunderkuren", durch die solche Dämonen ausgetrieben wurden, finden bekanntlich noch bis heute gläubige Anhänger, sogar in den höheren Schichten der „gebildeten" Kulturvölker. Wir erinnern nur an die erfolgreichen Anpreisungen von Geheimmitteln, an die modernen Besprechungen und Gesundbeter, an die magnetischen Kuren und

andere Charlatanerien einer angeblichen „Naturheilkunde". Erst das rasche Emporblühen der Naturwissenschaft im 19. Jahrhundert, insbesondere die erstaunlichen Fortschritte der Biologie um dessen Mitte, gestalteten die empirische Heilkunde allmählich zu der bewunderungswürdigen monistischen Wissenschaft, die heute so segensreich viele Leiden der Kulturmenschheit bekämpft. Pathologie als kritische Krankheitslehre und Therapie als vernunftgemäße Heilkunst gründen sich seitdem auf die sicheren Methoden der Physik und Chemie, sowie auf die gründliche Kenntnis des menschlichen Organismus, die wir der fortgeschrittenen Anatomie und Physiologie verdanken. Die Krankheit gilt uns heute nicht mehr als ein besonderes „Wesen", das unsern Körper als böser Geist oder unheimlicher Organismus befällt, sondern als eine schädliche Störung der normalen Lebenstätigkeit. Die Pathologie ist nur ein Zweig der Physiologie; sie untersucht die Veränderungen, die in den Geweben und Zellen unter besonderen, gefahrdrohenden Bedingungen eintreten. Wenn die Ursachen dieser Störungen Gifte oder fremde eingedrungene Organismen sind (z. B. Bakterien, Amöben), so hat die Therapie die Aufgabe, diese zu entfernen und das normale Gleichgewicht der Funktionen wiederherzustellen.

12. Monistische Psychiatrie. Seelenheilkunde. Die Wissenschaft von den Geisteskrankheiten bildet zwar eigentlich nur einen Spezialzweig der Medizin; sie verhält sich zu dieser ebenso, wie die Psychologie zur Physiologie. Allein sie verdient als pathologische Psychologie oder Psychopathologie eine besondere Erwähnung, nicht allein wegen ihrer außerordentlichen praktischen Bedeutung, sondern auch wegen ihres hohen theoretischen Interesses. Der irreführende Dualismus von Leib und Seele, der seit den ältesten Zeiten die Vorstellungen über das Geistesleben bis heute beherrscht, hat dazu geführt, die Geisteskrankheiten als ganz besondere Erscheinungen anzusehen; bald direkt als böse Geister oder Dä-

monen, die in den Menschen von außen „eingefahren" sind, bald als rätselhafte dynamische Erscheinungen, die das selbständige „Seelenwesen", die mystische „Psyche" (unabhängig vom Körper!) affizieren. Diese dualistischen, noch heute weitverbreiteten und verhängnisvollen Irrtümer haben zu den verderblichsten Fehlern und grausamen Mißgriffen in der Behandlung der bemitleidenswerten Geisteskranken geführt; sie haben für deren juristische und soziale Beurteilung, wie für viele andere praktische Lebensverhältnisse die traurigsten Folgen gehabt. Diesen unvernünftigen Vorstellungen des Aberglaubens wird aller Boden entzogen durch die sichere Erkenntnis der modernen Psychiatrie, daß alle Geisteskrankheiten durch Gehirnstörungen verursacht sind, und zwar sind es Veränderungen in der Großhirnrinde, die sämtlichen Psychosen (Seelenstörungen, Gemütskrankheiten, Wahnvorstellungen usw.) zugrunde liegen. Da wir dieses „Zentralorgan des Geistes" als Phronema bezeichnet haben, können wir auch kurz sagen: Die Psychiatrie ist die Pathologie und Therapie des Phronema. Bei vielen einzelnen Formen von Psychosen ist es bereits gelungen, selbst die feineren Veränderungen in den Seelenzellen oder Phronetalzellen (— den Neuronen des Phronema —) anatomisch und chemisch nachzuweisen. Diese Erkenntnisse der pathologischen Anatomie und Physiologie des Phronema besitzen deshalb ein hohes philosophisches Interesse, weil sie ein helles Licht auf unsere monistische Auffassung des Seelenlebens überhaupt werfen. Da der größere Teil der Psychosen erblich ist (zwischen 60 und 90 Prozent) und da diese abnormen Zustände des Phronema von den Vorfahren des Kranken meist allmählich (durch fehlerhafte Anpassungen) erworben wurden, so liefern sie zugleich ausgezeichnete Beispiele für die progressive Heredität, die Vererbung erworbener Eigenschaften.

13. Monistische Hygiene, Gesundheitspflege. Schon vor mehreren Jahrtausenden, als die Barbarvölker anfingen sich der Zivilisation zuzuwenden und die

höhere Kultur vorzubereiten, nahmen sie Bedacht auf Erhaltung ihrer Gesundheit und Körperstärke. Im klassischen Altertum war die Körperpflege durch Waschungen, Bäder, gymnastische Übungen usw. hoch entwickelt und teilweise mit religiösen Zeremonien verknüpft. Die großartigen Wasserleitungen und öffentlichen Bäder von Hellas und Rom zeigen uns, welchen hohen Wert man auf innere und äußere Anwendung reinen Wassers legte. Das christliche Mittelalter führte auch auf diesem wichtigen Gebiete die nachteiligsten Rückschritte herbei. Da das Christentum dieses irdische Leben gering schätzte und nur als Vorbereitung zu einem höheren Leben im „Jenseits" betrachtete, lehrte es die Kultur ebenso wie die Natur niedrig achten; und da es den Leib des Menschen nur als einen vergänglichen Kerker seiner unsterblichen Seele ansah, legte es auf die Körperpflege keinerlei Wert. Die verderblichen Seuchen, die im Mittelalter Millionen von Menschenleben dahin rafften (Pest, Schwarzer Tod usw.), wurden mit Gebeten, Prozessionen und anderen abergläubischen Zeremonien zu bekämpfen gesucht, statt mit vernünftigen hygienischen und gesundheitspolizeilichen Maßregeln. Nur langsam und allmählich hat der höhere Kulturmensch begonnen, sich von diesem dualistischen Aberglauben zu befreien; und erst in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts hat die tiefere Einsicht in die physiologischen Funktionen und Existenzbedingungen des Organismus dazu geführt, der Körperpflege wieder größere Sorgfalt zu widmen. Alles, was die moderne Hygiene jetzt zur Gesundheitspflege tut, besonders die Verbesserung der Wohnung und Ernährung der niederen Klassen, die Verhütung von Krankheiten durch gesunde Lebensweise, Bäder, Gymnastik usw. — alle diese großen Fortschritte der modernen Kultur beruhen nur auf monistischen Erwägungen der reinen Vernunft und stehen in Widerspruch zu dem christlichen Glauben an die „allmächtige Vorsehung" und den daran geknüpften Dualismus. Der moderne Wahlspruch

der Hygiene lautet: „Hilf dir selbst, so wird Gott dir helfen."

14. Monistische Technologie, Gewerbekunde. Der bewunderungswürdige Aufschwung der Technik im 19. Jahrhundert, der unserem „Maschinenzeitalter" den Stempel aufdrückt, ist die unmittelbare praktische Folge der ungeheuren theoretischen Fortschritte der Naturerkenntnis. Alle Vorzüge und Genüsse, die unser modernes Kulturleben der hoch entwickelten Technik verdankt, sind bedingt durch Entdeckungen der Naturwissenschaften, vor allem der Physik und Chemie. Wir erinnern nur an die unermeßliche Bedeutung der Dampfmaschinen und der Elektrotechnik, an die moderne Technik des Bergbaus, der Agrikultur usw. Wenn mit deren Hilfe die moderne Industrie und der internationale Weltverkehr, Handel und Gewerbe usw. eine früher nicht geahnte Blüte erlangt haben, so verdanken sie dies der praktischen Anwendung von empirischen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Sogenannte „Geisteswissenschaften" und metaphysische Spekulationen spielen dabei gar keine Rolle. Es bedarf demnach keiner weiteren Ausführung, daß alle technischen Wissenschaften einen reinen monistischen Charakter tragen, ebenso wie ihre exakten Urquellen, Physik und Chemie.

15. Monistische Pädagogik, Erziehungskunde. Die wissenschaftliche Ausbildung des Unterrichts der Jugend gehört zu den wichtigsten Aufgaben der Kulturmenschheit. Denn die Vorstellungen, welche dem kindlichen Geiste in frühester Jugend fest eingeprägt werden, haften am dauerndsten und bestimmen meistens für das ganze folgende Leben die Richtung des Denkens und die sittliche Handlungsweise. Daher besitzt denn gerade auf diesem Kulturgebiete der andauernde Kampf beider Hauptrichtungen der Philosophie die höchste praktische Bedeutung. Da die Priester vor Jahrtausenden, in den ersten Anfängen der Zivilisation, die einzigen Pfleger und Leiter des erwachenden Geisteslebens waren, nahmen sie auch

die Schule ebenso wie die Heilkunde für sich in Anspruch; die Religion galt als tiefste Grundlage der Bildung und ihre Glaubenslehren als moralische Richtschnur für das ganze Leben. Die vereinzelten Versuche, welche die monistische Philosophie des klassischen Altertums zur Ablösung von jenem theistischen Aberglauben unternommen hatten, blieben isoliert und ohne Einwirkung auf den Jugendunterricht. Vielmehr blieben in diesem die dualistischen Prinzipien von Platon und Aristoteles herrschend, deren metaphysische Lehren mit denen des Christentums verschmolzen wurden. Im Mittelalter gewannen dieselben durch die Hierarchie des römischen Papismus die Weltherrschaft. Obgleich später durch die Reformation ein großer Teil derselben seine Autorität einbüßte, blieb doch der mächtige Einfluß der Kirche auf die Schule fast überall bis auf den heutigen Tag erhalten. Dabei findet die geistige Gewaltherrschaft der Kirche einen mächtigen Bundesgenossen in der konservativen Richtung der meisten Staatsregierungen; Thron und Altar wollen sich gegenseitig stützen; beide fürchten den Fortschritt wissenschaftlicher Aufklärung. Gegenüber diesem gewaltigen dualistischen Bund, der durch das träge Geistesleben der Massen und die Bequemlichkeit des blinden Autoritätsglaubens mächtig gefördert wird, hat unsere monistische Aufklärung einen schweren Stand; sie wird erst dann im Unterricht festen Boden fassen, wenn die Schule von der Kirche getrennt und die Naturerkenntnis der reinen Vernunft zur Grundlage der Weltanschauung erhoben wird. Die Richtschnur, welche dabei die Schulreform gegenüber dem Einflusse der Kirche und des Staates inne zu halten hat, habe ich bereits am Schlusse des 19. Kapitels der „Welträtsel" angedeutet.

16. Monistische Ethik, Sittenlehre. Da wir im 18. Kapitel die Lebenssitten, deren Ursprung aus Gewohnheit und Anpassung bereits eingehend besprochen haben, genügt es hier, an den Widerspruch zu erinnern, der immer noch heute zwischen den mo-

nistischen Forderungen der reinen theoretischen Vernunft und den dualistischen Ansprüchen der praktischen angewandten Vernunft besteht. Er hat in der Antinomie von Kants Vernunftlehre seinen klarsten Ausdruck und durch deren hohe Autorität die weiteste Verbreitung gefunden. Nun ist aber sein berühmtes Dogma vom kategorischen Imperativ durch die moderne vergleichende Ethnologie und Psychologie ebenso bestimmt widerlegt, wie seine Lehre von der Willensfreiheit durch die Physiologie und Phylogenie. Die metaphysische Begründung der Moral durch den „freien Wiellen" und das angeborene moralische Bewußtsein (a priori) muß mithin durch die physiologische Ethik ersetzt werden, die sich auf die monistische Psychologie stützt. Da letztere eine „sittliche Weltordnung" im Völkerleben ebensowenig anerkennen kann, als eine „liebende Vorsehung" im individuellen Leben der Person, so muß die monistische Moral zukünftig ganz auf die Naturgesetze der Biologie, insbesondere der Entwicklungslehre zurückgehen.

17. Monistische Soziologie, Gesellschaftslehre. Die große Bedeutung, die neuerdings die junge Wissenschaft der Soziologie für sich in Anspruch nimmt, gründet sich auf ihre nahen Beziehungen zur theoretischen Anthropologie und Psychologie einerseits, zur praktischen Staatswissenschaft und Rechtswissenschaft anderseits. Im weiteren Sinne aufgefaßt schließt sich die menschliche Soziologie an diejenige der nächstverwandten Säugetiere an. Das Familienleben, die Ehe und Brutpflege der Mammalien, weiterhin die Bildung der Herden bei Raubtieren und Huftieren, der Scharen bei geselligen Affen führt hinüber zu den niederen Assozionen der Naturvölker und Barbaren, von diesen weiter zu den Anfängen der Zivilisation und bis in ihre höchsten Spitzen hinauf. Die Kulturgeschichte der Assozionen verknüpft sich hier mit den sozialen Normen, die den Verkehr der kleineren und größeren Vereine regeln. In der biologischen Zurückführung der Gesellschaftsregeln

auf die Naturgesetze der Vererbung und Anpassung verfährt unsere dynamische Soziologie (wie sie Lester Ward genannt hat) rein monistisch, während im geselligen Verkehr selbst vieler Gebildeter noch gegenwärtig dualistische Vorurteile herrschen. Wie wenig in unserer „feinen und hochgebildeten Gesellschaft" Wahrheit und Natur gelten, wie sehr überall Heuchelei und Unwahrhaftigkeit die Verhaltungs-Maßregeln bestimmen, hat Max Nordau einleuchtend gezeigt in seinem bekannten Buche: „Die konventionellen Lügen der Kulturmenschheit".

18. Monistische Politik, Staatswissenschaft. Mit der Soziologie einerseits, mit der Rechtswissenschaft anderseits hängt auf das engste die Politik zusammen. Als innere Politik regelt sie die Organisation des Kulturstaats durch die Verfassung, als äußere Politik die internationalen Beziehungen der Staaten zu einander. In beiden Gebieten sollte nach unserer monistischen Ansicht allein die reine Vernunft maßgebend sein, und die gegenseitigen Beziehungen der Staatsbürger zueinander und zum Ganzen durch dieselben ethischen Gesetze geregelt werden, wie sie im persönlichen Verkehr der einzelnen Staatsbürger zueinander Geltung haben. Indessen sind wir bekanntlich in unserem modernen Staatsleben von diesem idealen Ziele noch weit entfernt. Einerseits herrscht in der äußeren Politik noch der brutale Egoismus; jede Nation denkt nur an ihren eigenen Vorteil und verwendet den größten Teil ihrer Mittel auf Kriegsrüstungen. Anderseits ist die innere Politik noch großenteils in den barbarischen Vorurteilen des Mittelalters befangen. Die Verfassungskämpfe drehen sich großenteils um die Machtbefugnisse der Regierung einerseits und der Volksmasse anderseits. In fruchtlosen Kämpfen reiben sich die Parteien gegenseitig auf; und doch kommt es viel weniger auf die besondere Staatsform an, als auf die Vernunft in deren Lebenstätigkeit. „Ob Monarchie oder Republik, ob aristokratische oder demokratische Verfassung, das sind untergeordnete Fragen gegenüber

der großen Hauptfrage: Soll der moderne Kulturstaat geistlich oder weltlich sein? soll er theokratisch durch unvernünftige Glaubenssätze und klerikale Willkür oder soll er nomokratisch durch vernünftige Gesetze und bürgerliches Recht geleitet werden?"

19. Monistische Jurisprudenz, Rechtswissenschaft. Wie in der Staatswissenschaft, so herrschen auch in der Rechtswissenschaft noch gegenwärtig die dualistischen Prinzipien, welche durch die Traditionen des Mittelalters und Altertums überkommen und durch Verschmelzung mit den Glaubenssätzen der Kirche geheiligt worden sind. „Es erben sich Gesetz und Rechte wie eine ew'ge Krankheit fort. Vom Rechte, das mit uns geboren ist, von dem ist leider nie die Frage." Der Dualismus von Kants praktischer Vernunftlehre macht sich auch hier in nachteiligster Weise geltend; die irrtümlichen Vorstellungen von der Unsterblichkeit der menschlichen Seele, von ihrer Willensfreiheit und von dem persönlichen Gotte (als Gesetzgeber und höchstem Richter) bestimmen auch in der Gesetzgebung und Rechtsgelehrsamkeit ebenso die Ansichten der Juristen wie der Staatsmänner. Dazu kommen noch viele sorgfältig gepflegte Reste vom Aberglauben des Mittelalters, die unsere modernen Gesetzbücher verunstalten. Der mächtige Einfluß religiöser Vorurteile und kirchlicher Dogmen wirkt vielfach nachteilig. Daher begegnen wir noch allwöchentlich in den Zeitungen seltsamen Urteilen höherer und niederer Gerichtshöfe, bei denen der „gesunde Menschenverstand" sich recht wundern muß. Auch auf diesem wichtigen Gebiete wird erst wesentliche Besserung eintreten, wenn gründliche anthropologische und psychologische Schulung die Juristen mit den Lebensgesetzen mehr vertraut gemacht hat.

20. Monistische Theologie. An der Spitze der vier ehrwürdigen „Fakultäten" unserer Universitäten steht seit Jahrhunderten die Theologie als „Wissenschaft von Gott und Religion". Dieser Ehrenplatz gebührt ihr insofern, als die Kirche, das Organ der prak-

tischen Theologie, noch in der Gegenwart den mächtigsten Einfluß auf das gesamte Kulturleben ausübt; tatsächlich werden noch heute die meisten anderen Gebiete der angewandten Wissenschaft, vor allem Jurisprudenz, Politik, Ethik, Pädagogik, von religiösen Vorstellungen und konfessionellen Vorurteilen mehr oder weniger beeinflußt. Dabei steht meistens an deren Spitze die Vorstellung Gottes, als des „höchsten Wesens" in irgendeiner Gestalt; da, wie Goethe sagt, „ein Jeder das Beste, was er kennt, als Gott, ja seinen Gott benennt". Indessen ist keineswegs in allen Religionen ein persönlicher Gott der Grund alles Daseins. Vielmehr sind die drei weitest verbreiteten asiatischen Religionen, der Buddhismus, Brahmanismus und die chinesische Religion des Konfutse, ursprünglich rein atheistisch, erstere zugleich idealistisch und pessimistisch, weshalb ihnen Schopenhauer die höchste Stelle unter allen Religionen anweist. Dagegen bildet den Mittelpunkt der drei großen Mediterranreligionen der persönliche Gott, d. h. ein höchstes Wesen mit idealisierten menschlichen Eigenschaften. Wenn auch dieser anthropomorphe Gott in den zahlreichen Sekten der mosaischen, christlichen und mohammedanischen Religion vielfach verschieden dargestellt und in den mannigfaltigsten Formen personifiziert wird, so bleibt doch seine Existenz als persönliches Weltwesen immer ein reiner Glaubensartikel. Beweise für das Dasein dieses Gottes sind nirgends zu finden; das hat am schärfsten Kant selbst gezeigt, obgleich er meint, daß die praktische Vernunft den Glauben an seine Existenz fordere (ohne sich dabei irgendeine positive oder negative Vorstellung zu machen!). Was angebliche „Offenbarungen" uns darüber lehren sollen, gehört ebenso in das Phantasiegebiet der Dichtung, wie die Wunder, die den frommen Glauben (d. h. die naive Leichtgläubigkeit!) stärken sollen. Dieses ganze Gebiet der Theologie, vor allem ihr Mittelpunkt, die Glaubenslehre oder Dogmatik, und die ganze davon beherrschte Kirchenlehre, beruht auf dualistischer Metaphysik

und traditionellem Aberglauben; daher kommt sie für unsere wissenschaftliche Betrachtung nicht weiter in Frage. Dagegen ist ein wichtiges Gebiet der theoretischen Theologie die „vergleichende Religionswissenschaft"; sie untersucht die Entstehung, Entwicklung und Bedeutung der Religion auf den monistischen Grundlagen der modernen Anthropologie, Ethnologie, Psychologie und Geschichte. Wenn man die zahlreichen und mannigfaltigen hierbei zu verknüpfenden Ergebnisse jener verschiedenen Wissenschaften vom unbefangenen Standpunkte der reinen Vernunft einheitlich zusammenfaßt, so gelangt die monistische Theologie zum Pantheismus, im Sinne von Spinoza und Goethe: „Deus sive natura"; unser Monismus bildet dann in der Tat ein „Band zwischen Religion und Wissenschaft".

Die vorstehende Übersicht über die zwanzig Hauptgebiete der menschlichen Wissenschaft und ihre Beziehung zum Monismus einerseits, zum Dualismus anderseits, ergibt, daß noch heute die größten Gegensätze sich gegenüberstehen, und daß wir von einer einheitlichen und folgerichtigen Lösung dieser höchsten Geistesaufgaben noch weit entfernt sind. Diese auffallenden Gegensätze beruhen zum Teil auf einer wirklichen Antinomie der Vernunft im Sinne von Kant, auf einem Gesetzeswiderstreit der Vorstellungen, bei dem die positive Thesis sich scheinbar ebenso gut beweisen läßt, als ihr direktes Gegenteil, die negative Antithesis. Zum größeren Teil aber ist jene unheilvolle Antinomie der Wissenschaften in ihrer geschichtlichen Entwicklung begründet. Da die reine Vernunft, als das höchste Gut des Kulturmenschen, sich erst langsam und allmählich aus der Verstandestätigkeit der Barbaren und Wilden, ebenso wie diese aus den Instinkten der Affen und niederen Säugetiere entwickelt hat, so bleiben viele niedere Reste der letzteren noch bis heute erhalten und üben in der sogenannten „praktischen Vernunft" den nachteiligsten Einfluß auf die Wissenschaft aus. Solche dualistische Vorurteile und vernunftwidrige

Dogmen — intellektuelle Residuen der menschlichen Urgeschichte und Stammesgeschichte, fossile Vorstellungen und rudimentäre Instinkte, — durchsetzen noch massenhaft unsere ganze moderne Theologie und Jurisprudenz, Politik und Ethik, Psychologie und Anthropologie. Wenn wir in dieser Beziehung nochmals einen Rückblick auf das ganze Gebiet unserer modernen Wissenschaft am Anfange des 20. Jahrhunderts werfen, können wir ihre 20 Hauptzweige auf drei Gruppen verteilen: rationelle (rein monistische), hemidogmatische (halb monistische) und dogmatische (überwiegend dualistische) Disziplinen.

Als rationelle oder rein monistische Wissenschaften, in denen heute von gründlich gebildeten und urteilsfähigen Vertretern derselben jede dualistische Betrachtung ausgeschlossen wird, betrachten wir unter den reinen oder theoretischen Disziplinen folgende: 1. Physik, 2. Chemie, 3. Mathematik, 4. Astronomie, 5. Geologie, — ferner von den angewandten oder praktischen Disziplinen: 6. Medizin, 7. Hygiene, 8. Technologie. Dagegen finden wir in den hemidogmatischen Wissenschaften noch heute bei philosophischer Beurteilung der allgemeinen Aufgaben und Ziele eine bunte Mischung von monistischen und dualistischen Vorstellungen; je nach der Parteistellung und persönlichen Schulung ihrer Vertreter, sind bald die ersteren, bald die letzteren überwiegend. Das ist der Fall in den meisten biologischen Disziplinen: 9. Biologie (im weitesten Sinne), 10. Anthropologie, 11. Psychologie, 12. Linguistik, 13. Historie, ferner in den angewandten Lehren der 14. Psychiatrie, 15. Pädagogik und 16. Ethik. Die letzteren beiden Disziplinen bilden den Übergang zu den vier rein dogmatischen Wissenschaften, in denen der traditionelle Dualismus ganz überwiegend ist: 17. Soziologie, 18. Politik, 19. Jurisprudenz und 20. Theologie; auf diesen Gebieten übt die Überlieferung des Mittelalters noch ihre größte Macht aus. Die meisten offiziellen Vertreter derselben sind in Vorurteilen und Aberglauben aller Art befangen und passen sich

nur allmählich und langsam den Erkenntnissen der reinen Vernunft an, zu denen uns neuerdings die monistische Anthropologie und Psychologie geführt hat. Im Beginne des 19. Jahrhunderts war vielfach die Aufklärung größer als jetzt im Beginne des 20.

Die vorstehende Klassifikation der wichtigsten Wissensgebiete in ihren Beziehungen zur Philosophie, als der allumfassenden „Wissenschaft des Allgemeinen", ist natürlich nur ein provisorischer Versuch von subjektivem Werte, wie jede derartige Anordnung. Diese wird besonders dadurch erschwert, daß alle einzelnen Wissenschaften untereinander in vielfachen Beziehungen stehen und daß Begriffe und Aufgaben derselben im Laufe ihrer historischen Entwicklung vielfach umgebildet werden. Es kam mir hier nur darauf an zu zeigen, daß ein großer Teil der Wissenschaft — und zwar der exakt vollendete, auf mathematischer Basis begründete, die acht rationellen Disziplinen — gegenwärtig bereits ganz dem Monismus gewonnen ist; in den acht hemidogmatischen Disziplinen gewinnt derselbe von Tag zu Tag mehr Geltung; es ist also sicher zu hoffen, daß früher oder später auch die vier dogmatischen Disziplinen, die mächtigen Bollwerke des Dualismus, Soziologie und Politik, Jurisprudenz und Theologie, von dem Monismus werden überwunden werden. Denn das Endziel aller vereinigten Wissenschaften kann nur ihre Einheit in den Prinzipien sein, ihre harmonische Begründung durch die reine Vernunft.

Die Fakultäten. Die großartige Umwälzung, die das Eindringen der naturwissenschaftlichen Methode in alle Zweige der Wissenschaft während des 19. Jahrhunderts bewirkt hat, mußte notwendig auch eine veränderte Stellung in ihrer Pflege auf den Universitäten herbeiführen. Die Zahl der einzelnen Disziplinen, die durch ordentliche Professuren vertreten werden, beträgt am Ende des 19. Jahrhunders mehr als das Doppelte, wie im Anfang desselben. Natürlich betrifft dieses Wachstum in erster Linie die Naturwissenschaft selbst, in zweiter Linie

aber auch solche sogenannte „Geisteswissenschaften", die sich in der neuen Anwendung der vergleichenden und genetischen Methode unmittelbar an die erstere anschließen, so Psychologie, Linguistik, Geschichte, Pädagogik usw.

Diesen Fortschritten gegenüber erscheint die Verteilung der zahlreichen Disziplinen auf die einzelnen Fakultäten, wie sie noch heute auf unseren Universitäten besteht, völlig veraltet. Von den vier alten Fakultäten sind die drei ersten, Theologie, Jurisprudenz und Medizin, zum größten Teil angewandte Wissenschaften, während die vierte Fakultät, der Ordo amplissimus philosophorum, den größten Teil der reinen Disziplinen umfaßte. Neuerdings sind an mehreren Universitäten zwei neue Fakultäten davon abgespalten worden, die naturwissenschaftliche und die staatswissenschaftliche Fakultät. Aber einige Fächer greifen unmittelbar in die verschiedensten Gebiete über und müssen überall berücksichtigt werden, so vor allem die Geschichte und die Linguistik. Die historische Entwicklung der einzelnen Disziplinen und ihre verschiedene praktische Bedeutung haben es mit sich gebracht, daß nächst verwandte Wissenszweige oft in weiter Entfernung untergebracht sind. So finden Anatomie und Physiologie des Menschen ihren Platz in der medizinischen, dagegen diejenige der Tiere und Pflanzen in der philosophischen Fakultät.

Reform des Unterrichts. Die Überzeugung, daß unser ganzes Unterrichtswesen einer durchgreifenden Reform bedarf, wird in den meisten Kulturstaaten immer allgemeiner. Das gilt ebenso für die niederen, wie für die höheren Schulen, ebenso für die Volksschulen und Gymnasien, wie für die Akademien und Universitäten. Der prinzipielle Kampf zwischen zwei antagonistischen Richtungen nimmt hier neuerdings immer größere Dimensionen an. Einerseits suchen die meisten Staatsregierungen, ihrem konservativen Hange zufolge, die scholastischen Traditionen des Mittelalters möglichst festzu-

halten und stützten sich dabei auf die dogmatischen Lehren der Theologie und Jurisprudenz. Anderseits streben die Vertreter der „reinen Vernunft" danach, sich von diesen Fesseln zu befreien und den empirisch-kritischen Methoden der modernen Naturwissenschaft und Medizin Eingang auch in die sogenannten Geisteswissenschaften zu verschaffen. Der Gegensatz zwischen beiden Parteien wird noch verschärft durch ihre verschiedene soziologische Tendenz. Die liberalen Humanisten stellen „Freiheit und Bildung für alle Menschen" als Ziel der fortschreitenden Entwicklung hin, überzeugt, daß die freie Entfaltung der persönlichen Anlagen für jedes Individuum die sicherste Garantie eines glücklichen Lebens bietet. Den konservativen Regierungen hingegen ist letzteres gleichgültig; sie betrachten die einzelnen Staatsbürger, entsprechend ihrer vielfachen Arbeitsteilung, nur als Schrauben und Instrumente an dem großen Organismus des Staates. Die „oberen Zehntausend" denken dabei natürlich zunächst an ihr bevorzugtes Wohl und sind bestrebt, auch die höhere Bildung für sich allein zu behalten. Nach der reinen Vernunft sollte aber der Staat nicht Selbstzweck sein, sondern das Mittel für das Gedeihen der Staatsbürger. Jedem der letzteren, gleichviel welchen Standes, muß die Gelegenheit gegeben werden, sich höhere Bildung zu erwerben und seine Talente zu verwerten. Demnach wird auch im Unterricht allgemein eine Übersicht über alle Verhältnisse des Menschenlebens zu geben sein. Jedermann muß sich die Elemente der Naturwissenschaft aneignen, nicht bloß der Physik und Chemie, sondern auch der Biologie und Anthropologie. Dagegen muß der rein philologische Unterricht und das Übergewicht der klassischen Bildung über die moderne eingeschränkt werden. Jeder Student, gleichviel welcher Fakultät, sollte in den ersten Semestern nur Philosophie und Naturwissenschaft treiben, und dann erst zu seinem speziellen Fachstudium übergehen.

In der Schlußbetrachtung der „Welträtsel“ habe ich zwar den prinzipiellen Gegensatz zwischen unserem modernen Monismus und dem traditionellen Dualismus scharf hervorgehoben, aber zugleich versöhnlich darauf hingewiesen, „daß dieser schroffe Gegensatz bei konsequentem und klarem Denken sich bis zu einem gewissen Grade mildert, ja selbst bis zu einer erfreulichen Harmonie gelöst werden kann. Bei völlig folgerichtigem Denken, bei gleichmäßiger Anwendung der höchsten Prinzipien auf das Gesamtgebiet des Kosmos (der organischen und anorganischen Natur) nähern sich die Gegensätze des Theismus und Pantheismus, des Vitalismus und Mechanismus bis zur Berührung. Aber freilich, konsequentes Denken ist eine seltene Naturerscheinung“.

Diese versöhnliche, die Gegensätze ausgleichende Überzeugung hat sich je länger je mehr bei mir befestigt; jedes Jahr wächst unsere Einsicht, daß der Dualismus von Kant und der noch herrschenden metaphysischen Schule dem Monismus von Goethe und der aufstrebenden pantheistischen Richtung weichen muß. Damit verlieren wir keineswegs unsere Ideale; im Gegenteile lehrt uns unsere reale Weltanschauung, daß dieselben tief in der menschlichen Natur begründet sind. Indem wir jene Idealwelt in unserer Kunst und Dichtung pflegen und unser Gemüt an ihrem Spiel erfreuen, verharren wir gleichzeitig bei unserer festen Überzeugung, daß die Realwelt als Objekt unserer Wissenschaft nur durch Erfahren und Denken der reinen Vernunft in Wahrheit erkannt werden kann. „Wahrheit und Dichtung“ vereinigen sich dann in der vollendeten Harmonie des Monismus.